



наукові записки

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
Серія: біологія**

**Спеціальний випуск:
Гідроекологія**



 **Тернопільський
педуніверситет**
ім. Володимира Гнатюка

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. — 2010. — № 3 (44). —
338 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
ім. Володимира Гнатюка
від 29.06.2010 р. (протокол № 11)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

М.М. Барна	доктор біологічних наук, професор (головний редактор)
В.В. Грубінко	доктор біологічних наук, професор (заступник головного редактора)
В.З. Курант	доктор біологічних наук, професор (заступник головного редактора)
К.С. Волков	доктор біологічних наук, професор
Н.М. Дробик	доктор біологічних наук, професор
В.І. Парпан	доктор біологічних наук, професор
О.Б. Столяр	доктор біологічних наук, професор
І.В. Шуст	доктор біологічних наук, професор
В.О. Хоменчук	кандидат біологічних наук, доцент (секретар)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ ВИПУСКУ:

В.Д. Романенко	академік НАН України, доктор біологічних наук, професор
О.М. Арсан	доктор біологічних наук, професор
С.О. Афанасьєв	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Н.І. Гончаренко	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Й.В. Гриб	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
Д.І. Гудков	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
О.А. Давидов	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Т.М. Дьяченко	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
П.Д. Клоченко	доктор біологічних наук, професор
І.М. Коновець	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Ю.Г. Крот	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
П.М. Линник	доктор хімічних наук, професор
А.В. Ляшенко	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
О.В. Пашкова	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Ю.В. Плігін	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
О.О. Протасов	доктор біологічних наук, професор
Ю.М. Ситник	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
В.М. Тімченко	доктор географічних наук, старший науковий співробітник
В.І. Щербак	доктор біологічних наук, професор
В.І. Юришинець	кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
В.М. Якушин	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник

Літературний редактор: Т.П. Мельник
Комп'ютерна верстка: В.О. Хоменчук

*Журнал входить до переліку наукових фахових видань ВАК України
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009*

МОРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 543.31:574.633(262.5)

B.G. ALEKSANDROV

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas, National Academy of Sciences of Ukraine
37, Pushkinskaya St., Odesa 65125

MODERN TENDENCIES OF THE BLACK SEA BIOLOGICAL POLLUTION

The results of the analysis of the reasons for increasing cases of registration of alien organisms in the Black Sea are given. The quantitative characteristics of them for the past 150 years have been determined. Data is represented on the biological pollution of territorial waters of the six Black Sea countries.

Key words: biological pollution, aquatic ecosystems, invasion, Black Sea, prognosis

The motivation to write this overview was the rising scientific interest from the beginning of the new millennium to the problem of biological pollution of aquatic ecosystems when conducting a number of international programs under the auspices of the United Nations, European Union, Global Environmental Fund: "GloBallast", "GISP", "ALARM" etc., the publication of large summaries [8, 12,14]; creation of regional and international data bases on alien species (DAISIE, NOBANIS etc.); elaboration of an international system of controlling the biological pollution process (MARPOL, EU Marine Strategy Framework Directive) and consequently an increase in the number of publications on alien species of Black Sea countries.

The Secretariat of the International Commission for Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) began to complete a register of alien species marking their first registration in national waters.

The aim of this work is to analyze the main reasons for increasing cases of registry of alien species in the Black Sea and to assess the tendencies of this process in the near future.

Materials and Methods

The data for analysis of the work on Black Sea alien species was the information collated and summarized by the author for the BSC on the basis of numerous publications and BSC data [3]. At present experts of the Advisory Group on conservation of biological diversity of BSC are working and checking the preliminary list of the Black Sea alien species.

Results of Studies and Discussion

The analysis of the main reasons for the high increase in cases of registration of cases of invasion of new aquatic organisms in the Black Sea shows three factors which have been widely discussed in scientific publications and mass media: 1) the increase in the volume of marine cargo transport, 2) the global climate change, 3) the development of hydroecological investigations.

The increase in marine transport of cargoes. One of the main conclusions of the UNDP, GEF, IMO "GloBallast" projects was the evidence that the main reason which has led to a rise in biological pollution in different areas of the World Ocean was the increase in the volume of transporting cargoes by ships carrying water ballast. Besides, the EC "ALARM" project has shown the high risk of invasion of alien species through transport corridors. This was the reason for the invasion recently into the Black Sea of the large crustacean *Saduria entomon* [7] from the Baltic Sea. It is quite possible that in this way the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* appeared in the Black Sea which was first registered in the Baltic Sea in 1930s and in the Black Sea in 1997 [8], and later from 1995 regularly recorded in the Hungarian part of the Danube [11].

The global climate change. The tendency for the increasing temperature of sea water due to the global climatic change in the past decade is mostly linked with the increasing invasion of Mediterranean species into the Black Sea, as the jellyfish, *Chrysaora hysoscella* and the comb jelly, *Bolinopsis vitrea* [10]. The consequences of Black Sea climatic changes on marine organisms were discussed at the 38th meeting of the Mediterranean Science Commission CIESM (Turkey: Trabzon, 3-6 June 2009). Analysis of the hydrological changes has shown that due to the geographic position of the Black Sea, seasonal changes in its temperature and salinity vary more than the inter annual from the beginning of the new millennium changes [9] which does not allow to explain the intensification of biological pollution from that point.

The development of hydroecological investigations. The increase in cases of registration of new Black Sea species is also linked with the development of studies in the fields of systematic and biology of aquatic organisms. On the one hand, this became evident after a more careful study of ordinary mass species. In plankton, *Acartia tonsa* [1] was encountered resembling *A. clausi*, in benthos – the Atlantic *Mytilus edulis* and the Pacific *M. trossulus* mussels [18], differing from the Black Sea *M. galloprovincialis* only on careful examination by specialists. The analysis of live not fixed in formaldehyde samples allowed to study thoroughly the composition of the unarmored dinophyte algae in plankton among which 13 aliens [17] were revealed. On the other hand, the study of a less known group of marine fungi, and minute Harpacticoida crustaceans also led to the increase in new species encountered in the Black Sea: 13 Harpacticoida species [17] and 12 species of marine fungi [6] some of which can be attributed to cryptogenic species.

The problem of the study of alien species is challenging for all Black Sea countries. Corresponding overviews for analysis of biological pollution in national waters were published practically in all Black Sea countries [2, 13, 15, 16, 17]. Special attention was paid to the alien species after the last edition of the Transboundary Diagnostic Analysis [3] issued by BSC. In Annex 6 of that document there is a list of 217 species with their origin, path of possible invasion, and first registration in the Black Sea. The list was revised and supplemented by the Advisory Group on conservation of biological diversity. Also additions of new aliens encountered till the present have been given. Information was added on cases of the first registration of exotic species in the national waters of the Black Sea countries.

In contrast to the TDA-2007 among the aliens neither terrestrial mammals nor many species of higher semi aquatic vegetation were taken into consideration. Fresh water and brackish species were recorded only in areas of river deltas where regularly there occurred a mixing of river and sea waters.

By May 2010 the general list of Black Sea aliens numbered 254 species. Moreover, 20,5% were registered in the free territorial waters of Bulgaria, 6,3% – Georgia, 39,0% – Romania, 12,6% – Russia, 18,8% – Turkey, 66,5% – Ukraine which is attributed to the shelf area, length of the shore line and level of study of the aquatic ecosystems. An average $63 \pm 7\%$ of species diversity of aliens occurs in macrobenthos among which crustaceans and molluscs dominate. A marked twofold increase in aliens (exceeding 20 new species every decade) was observed after 1960 due to eutrophication and loss of stability in the Black Sea ecosystem, and changes in species composition when transferring to a new trophic status. The following twofold increase in the number of registered aliens (exceeding 50 every decade) was observed after 1990 (Fig. 1).

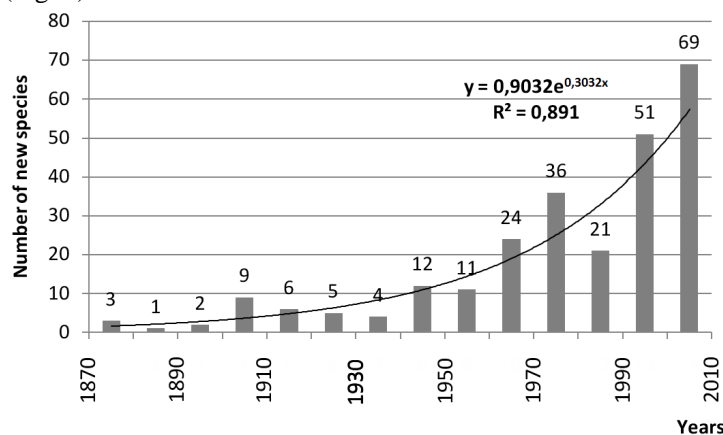


Fig. 1. The long period dynamics of cases of registration of new alien species in the Black and the Azov seas

One of the first attempts to make a wide scale prognosis of invasion of non-indigenous species was realized for the coastal zone of North America where 298 species were registered [4]. It was thus used the accumulative abundance of alien species for the selected time intervals. As to the territorial waters of Romania and the Black Sea a similar approach was used, however, for a limited amount of alien species from 50 [5] to 115 [16]. The use of this type of approximation and the data on hand allowed describing the

existing trend in biological pollution of the Black Sea (Fig.1). This can be used for prognosis of new invasions for future consideration of the development of marine transport and hydrobiological studies. Taking into consideration the alien species accumulation for each of the studied decades, the prognostic equation in Fig. 1 will be changed to $y=2,775 \cdot e^{0,331x}$ ($R^2=0,977$).

1. *Trends of aquatic alien species invasion in Ukraine* / B. Aleksandrov, A. Boltachev, T. Kharchenko [et al.] // Aquatic Invasions, The European Journal of Applied Research on Biological Invasions in Aquatic Ecosystems. – 2007. – Vol. 2, Is. 3. – P. 215–242.
2. *Acartia tonsa*: a species new for the Black Sea fauna / G. Belmonte, M.G. Mazzocchi, I.Yu. Prusova [et al.] // Hydrobiologia. – 1994. – Vol. 292/293. – P. 9–15.
3. *Rilov G. Biological Invasions in Marine Ecosystems. Ecological Management, and Geographic Perspectives* / Rilov G., Crooks J.A. // Ecological Studies (Germany). – 2008. – Vol. 204, Ch. 30. – 642 p.
4. *Black Sea transboundary diagnostic analysis*. May, 2007 (Draft). – 227 p. – http://www.iwlearn.net/iw-projects/Fsp_112799468895/iwsubproject.2009-05-08.8405514527/reports/black-sea-transboundary-diagnostic-analysis-2007/view.
5. *Alien species on the coasts of Turkey* / M.E. Çinar, M. Bilecenoğlu, B. Öztürk [et al.] // Mediterranean Marine Science. – 2006. – Vol. 6, N 2. – P. 116–146.
6. *Gomoiu M.T. Impacts of naval transport development on marine ecosystems and invasive species problems* / M. T. Gomoiu // J. Envir. Prot. Ecology. – 2001. – Vol. 2, N 2. – P. 475–481.
7. *Leppakoski E. Invasive aquatic species of Europe – distribution, impact and management* / E. Leppakoski, S. Gollasch, S. Olenin. – Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publ., 2002. – 583 p.
8. *Ruiz G.M. Invasive species: vectors and management strategies* / Ruiz, G.M. Carlton J.T. – Washington: Island Press Publ., 2003. – 520 p.
9. *Kopytina N.I. Higher marine fungi of pelagic and benthic biotopes of the northwestern area of the Black Sea* / N.I. Kopytina // Thesis for the degree of Candidate of Biol. Sci. by specialty / 03.00.17 “Hydrobiology”. – Sevastopol, 2008. – 22 p. (in Russian).
10. *Kvach Yu. First report of Saduria (Mesidotea) entomon (Linnaeus, 1758) (Isopoda: Chaetiliidae) in the Black Sea* / Yu. Kvach // Aquatic Invasions. – 2009. – Vol. 4, Is. 2. – P. 393–395.
11. *Minicheva G. The response of autotrophic communities of the northwestern Black Sea to the variability of climatic factors* / G. Minicheva, V. Bolshakov, A. Zotov // J. Environ. Protection and Ecology. – 2010.
12. *Öztürk B. On the alien species in the Mediterranean and the Black Sea* / B. Öztürk // General Fisheries Commission for the Mediterranean. – Scientific Advisory Committee: 12 Session. – Budva: Montenegro, 2010. – FAO: Rome. – 147 p.
13. *Recent ecosystem trends along the Bulgarian Black Sea coast* / K. Prodanov, S. Moncheva, A. Konsulov [et al.] // Proceeding of Institute of Oceanology-BAS (Varna). – 2001. – Vol. 3. – P. 110–127.
14. *Puky M. Distribution and conservation status of Decapod (Decapoda) species in Hungary* / Puky M., Schad P. // Acta Biol. Debr. Oocol. Hung. – 2006. – N 14. – P. 195–204.
15. *Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases* / G.M. Ruiz, P.W. Fofonoff, J.T. Carlton [et al.] // Annu. Rev. Ecol. Syst. – 2000. – Vol. 31. – P. 481–531.
16. *Shiganova T.A. Non-indigenous species in the ecosystems of internal southern seas of Eurasia* / T.A. Shiganova // Thesis for the degree of Doctor of Biol. Sci. by specialty. 03.00.18 “Hydrobiology”. Institute of Oceanology, Academia of Sci. of Russia. – Moscow, 2008. – 56 p.
17. *Skolka M. Specii invasive în Marea Neagră. Impactul ecologic al pătrunderii de noi specii în ecosistemele avatice* / Skolka M., Gomoiu M.T. – Constanța: Ovidius University Press, 2004. – 185 p.
18. *Zaytsev Yu.P. Base biological investigations of Odessa sea port (August-December, 2001): final report* / Yu.P. Zaytsev, B.G. Aleksandrov, N.A. Berlinskiy [et al.] // Series of monographs of the Odessa demonstration center of the GloBallast program. – Odesa, 2004. – Vol. 7. – 171 p.

Б.Г. Александров

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ БІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ

Приведені результати аналізу причин посилення випадків реєстрації чужорідних організмів у Чорному морі. Визначені кількісні данні цього явища за останні 150 років. Представлена характеристика біологічного забруднення територіальних вод 6 чорноморських країн.

Ключові слова: біологічне забруднення, водні екосистеми, вторгнення, Чорне море, прогноз

Б.Г. Александров

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Приведены результаты анализа причин усиления случаев регистрации чужеродных организмов в Черном море. Определены количественные характеристики данного явления за последние 150 лет. Представлена характеристика биологического загрязнения территориальных вод 6 черноморских стран.

Ключевые слова: биологическое загрязнение, водные экосистемы, вторжение, Черное море, прогноз

УДК [591.524.11] [262.5]

С.В. АЛЁМОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ

На основе материалов бентосной съемки 2005 г. проанализировано количественное развитие и структурная организация макрозообентоса в биотопе рыхлых грунтов Балаклавской бухты. Отмечается рост видового разнообразия и количественных показателей по сравнению с 1992 г.

Ключевые слова: Черное море, макрозообентос, экологическое состояние

Антропогенное воздействие на экосистему Черного моря наиболее интенсивно проявляется в бухтах и портовых акваториях. Изучение макрозообентоса является составной частью комплексного мониторинга донных осадков в районе г. Севастополя [4]. В настоящее время Балаклавский район, являясь самым крупным в Севастопольском регионе, активно развивается, как международный туристический центр. Вместе с тем Балаклавская бухта в виду длительной секретности района, является относительно новым районом для санитарно-гидробиологических исследований.

Первая экологическая съемка акватории была проведена в 1992 г. Полученные результаты показали высокий уровень загрязнения отдельных участков бухты нефтью и нефтепродуктами, а также обедненность видового состава макрозообентоса при низких значениях биомассы и численности донных животных [3]. По результатам мониторинга, проведенного МО УкрНИГМИ, в 2001–2002 гг. воды Балаклавской бухты оценивались как загрязненные. Основной вклад в индекс загрязненности вод вносили нефтепродукты [2].

Целью настоящей работы было получение новых данных по состоянию донных сообществ на рыхлых грунтах Балаклавской бухты.

Материал и методы исследований

В июле 2005 г. были собраны пробы макрозообентоса на 10-ти станциях в б. Балаклавская (рис. 1). Макрозообентос отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,038 м² в трёх повторностях на каждой станции. Пробы промывали через сито с диаметром ячеек 1 мм и фиксировали этиловым спиртом. В лабораторных условиях определяли таксономический состав макрозообентоса, численность и массу фиксированных организмов.



Рис 1. Схема
расположения
станций в
Балаклавской бухте,
2005 г.

Обработка данных выполнена с использованием программ (SIMPER, Cluster, MDS) пакета PRIMER v 5 [6]. Выделение таксоценотических комплексов проводилось по результатам фаунистической классификации станций (учитывалось только присутствие / отсутствие видов).

Результаты исследований и их обсуждение

В составе макрозообентоса Балаклавской бухты в 1992 г. отмечалось 18 видов [3]. В числе наиболее распространенных – *Nephtys hombergii*, *Hediste diversicolor*, *Bittium reticulatum* (встречаемость 50 %), из которых только нефтис указывался ранее в числе основных видов в этом районе [1]. Нефтис и биттийум встречались в центральной части бухты, *H. diversicolor*, в основном, в вершинной части.

На трех станциях в середине бухты была отмечена *Polydora limicola*, и на двух – *Cerastoderma glaucum* и *Mytilaster lineatus*. Ближе к вершине бухты было найдено несколько экземпляров *Diogenes pugilator*. Остальные виды встречены лишь на одной станции из десяти [3].

Несмотря на обеднёность видового состава донных сообществ на каждой из отдельных станций, в центральной части бухты разнообразие бентоса выше – здесь найдено 14 видов, тогда как в вершине бухты – только 3. У выхода из бухты найдены только 2 вида – *Cyclope pellucida* и *Spisula subtruncata*.

При значительной бедности видового состава донных сообществ, практически все виды встречались в пробах единичными (1–3) экземплярами. Это определило довольно низкие показатели численности бентоса (6–118 экз./м²). На большинстве станций значения биомассы бентоса не превышали 1–2 г/м². Подобные величины характерны для наиболее загрязненных севавтопольских бухт [4].

В 2005 г. в составе макробентоса отмечено 48 видов, в том числе 25 видов Mollusca (13 видов Bivalvia и 12 видов Gastropoda), 8 – Crustacea, 11 – Polychaeta, а также Oligochaeta, Nematoda, Nemertina, Ascidiacea. На отдельных станциях количество видов варьировало от 11 до 20 (табл. 1). На всех станциях встречался *Bittium reticulatum* у 10 видов встречаемость составляла от 50 до 90 % (табл. 2), 18 видов найдены только на одной из 10-ти станций, а 6 видов – на двух.

Таблица 1.

Количественные характеристики макробентоса б. Балаклавская в 2005 г.

Станция	Число видов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
1	15	861	253,86
2	13	1222	7,38
3	12	355	7,84
4	11	379	6,06
5	20	2340	17,57
6	13	856	28,40
7	12	537	67,31
8	16	2501	14,98
9	20	3211	63,33
10	16	5131	29,24

В вершине бухты наибольшая численность отмечалась у *B. reticulatum*, а биомасса – у биттиума и *C. glaucum* (табл. 2). В средней части бухты доминировали эти же виды, однако численность и биомасса биттиума были ниже, чем в вершине. В устье бухты показатели численности всех видов снижались, наибольшая плотность наблюдалась у *B. reticulatum* и *Heteromastus filiformis*. По биомассе в устье бухты доминировали *Pitar rudis* и *Parvicardium exiguum*. На ст. 1 найден 1 экз. *Rapana venosa* биомасса которого составила 217,2 г/м². При расчетах средних значений этот вид не учитывался.

Таблица 2

Характеристика основных видов макробентоса б. Балаклавская в 2005 г.

Вид (таксон)	р*	Численность, экз./м ²			Биомасса, г/м ²		
		В**	С**	У**	В**	С**	У**
<i>Bittium reticulatum</i>	100	2044	763	133	13,763	3,320	1,300
<i>Heteromastus filiformis</i>	90	329	53	126	0,741	0,053	0,110
<i>Parvicardium exiguum</i>	90	40	35	72	1,335	1,514	1,501
Продовження таблиці 2							
Oligochaeta	80	220	44	22	0,025	0,004	0,002
<i>Mytilaster lineatus</i>	70	92	62	7	0,395	0,090	0,013
<i>Cerastoderma glaucum</i>	60	27	57	10	13,275	28,123	1,143
<i>Diogenes pugilator</i>	50	35	4	75	1,477	0,232	0,755
<i>Hydrobia acuta</i>	50	145	9	3	0,462	0,022	0,012
<i>Nephtys hombergii</i>	50	4	4	11	0,912	0,390	0,642
<i>Hediste diversicolor</i>	50	53	4	15	0,614	0,002	0,082
<i>Atylus guttatus</i>	50	17	4	3	0,011	0,001	0,002

Примечания: * р – встречаемость, % ; ** В – вершина бухты, С – средняя часть, У – устье бухты.

В 2005 г. по сравнению с 1992 г. в три раза возросло видовое богатство бентоса, на порядок величин средняя биомасса и в 40 раз средняя численность макрозообентоса (рис. 2). При этом рост разнообразия и количественных показателей наблюдается для всех крупных таксонов макробентоса (рис. 3). Такие тенденции, в частности для моллюсков, отмечаются и другими исследователями [5].



Рис 2. Многолетние изменения видового богатства и количественных характеристик макрозообентоса в б. Балаклавская

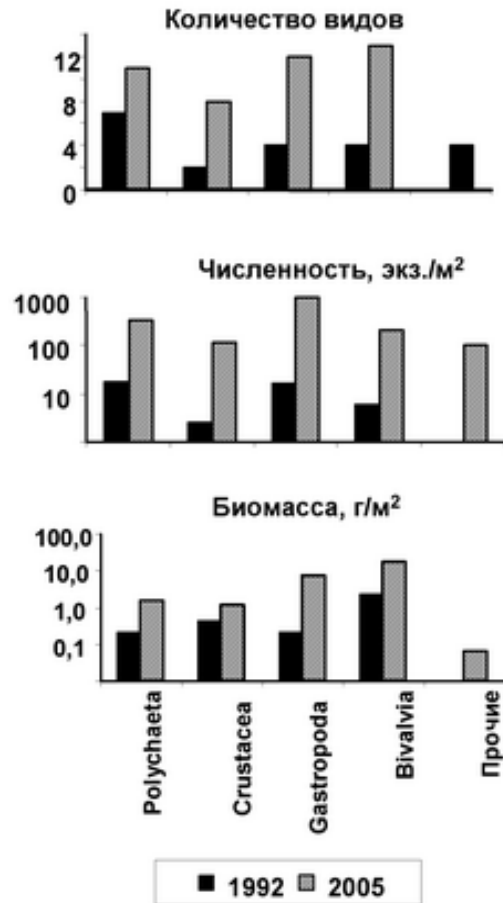


Рис. 3. Многолетние изменения количественных показателей основных групп макрозообентоса в б. Балаклавская

По результатам кластерного анализа все станции на уровне 40 % сходства были разбиты на 3 группировки: А (ст. 1, 5, 8, 9, 10), В (ст. 3, 4, 6, 7) и С (ст. 2) (рис. 4). Среднее сходство между станциями (по Брэю–Куртису) внутри группировок А и В при трансформации данных по признаку присутствия/отсутствия видов составило соответственно 20,0% и 24,7%. Доминирующим видом в комплексе А является *B. reticulatum* (вклад в сходство между станциями внутри комплекса 71,3%), в В – *C. glaucum* (67,2%). Видами-субдоминантами в комплексе А являются *P. exiguum* (8,9%) и *D. pugilator* (7,5%), в комплексе В – *N. hombergii* и *B. reticulatum* (14,5% и 12,5% соответственно). В комплексе С, представленном одной станцией, наибольшие, но сравнительно низкие значения биомассы имеют *B. reticulatum* (3,17 г/м²) и *P. exiguum* (1,57 г/м²), а по численности лидируют *B. reticulatum* (276 экз./м²), *Capitella capitata* (276 экз./м²) и *Heteromastus filiformis* (250 экз./м²). Структурная организация сообществ макрозообентоса Балаклавской бухты в целом сходна с аналогичными бухтовыми комплексами, например, б. Севастопольской [4].

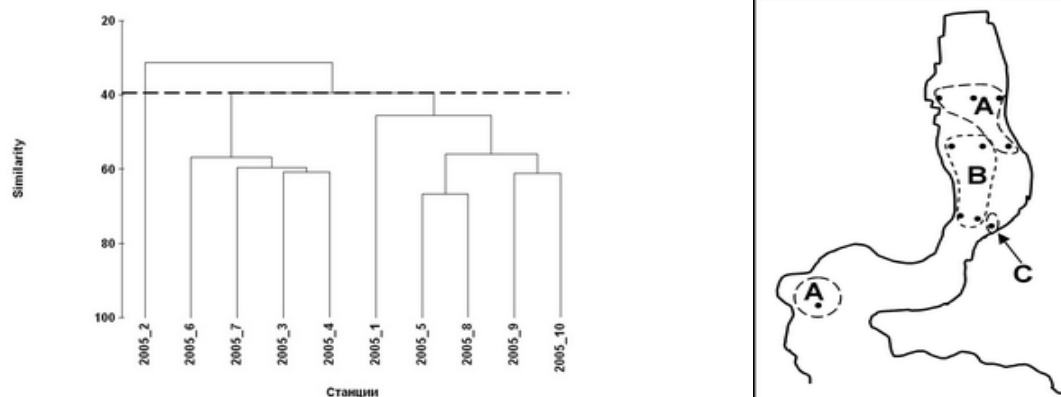


Рис. 4. Результаты кластерного анализа (А) и распределение комплексов макрозообентоса (В) в биотопе рыхлых грунтов б. Балаклавской

Выводы

Таким образом, в настоящее время в Балаклавской бухте отмечается тенденция улучшения состояния донных биоценозов, выраженная в увеличении численности и биомассы зообентоса, его видового разнообразия. Однако, доминирующими в составе сообщества остаются виды, устойчивые к воздействию загрязняющих веществ, в частности нефти и нефтепродуктов.

1. Арнольди Л.В. О некоторых группировках зообентоса в бухтах Черного моря / Л.В. Арнольди // Природа. – 1939. – № 2. – С. 104–106.
2. Мезенцева И.В. Современный уровень загрязнения вод акватории Балаклавской бухты / И.В. Мезенцева, А.В. Чайкина, Н.П. Клименко // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Вып.8. – С.115–118.
3. Миронов О.Г. Комплексные экологические исследования Балаклавской бухты / О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, С.В. Алёмов // Экология моря. – 1999. – Вып. 49. – С. 16–20.
4. Миронов О.Г. Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке / О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, С.В. Алёмов. – Севастополь, 2003. – 185 с.
5. Ревков Н.К. Таксоценоз моллюсков биотопа рыхлых грунтов Балаклавской бухты (Крым, Черное море) / Н.К. Ревков // Экология моря. – 2006. – Вып. 72. – С. 38–46.
6. Clarke K.R. PRIMER v5: User Manual/Tutorial / Clarke K.R., Gorley R.M.. – Primer-E: Plymouth, 2001. – 92 p.

С.В. Альомов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

БАГАТОРІЧНІ ЗМІНИ МАКРОЗООБЕНТОСУ БАЛАКЛАВСЬКОЇ БУХТИ

На основі матеріалів бентосної зйомки 2005 р. проаналізований кількісний розвиток і структурна організація макрозообентосу в біотопі пухких ґрунтів Балаклавської бухти. Наголошується на зростанні видової різноманітності і кількісних показників порівняно з 1992 р.

Ключові слова: Чорне море, макрозообентос, екологічний стан

S.V. Alemov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

LONG-TERM CHANGES OF MACROZOOBENTHOS OF BALAKLAVA BAY

Based on benthos sampling survey, performed in 2005, the analysis of quantitative development and structure of macrozoobenthos in Balaklava bay (Crimea) is carried out. The increase in species diversity, biomass and abundance of macrozoobenthos were noted compared with 1992.

Key words: Black sea, macrozoobenthos, ecological state

УДК 594.1: 577.121

Т.И. АНДРЕЕНКО

Севастопольский национальный технический университет
ул. Университетская, 33, Севастополь 99053

НАПРАВЛЕННОСТЬ АДАПТИВНОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВОГО МЕТАБОЛИЗМА В ТКАНЕВЫХ СТРУКТУРАХ МОЛЛЮСКА-ВСЕЛЕНЦА *ANADARA INAEQUIVALVIS* В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНОКСИИ И ГОЛОДАНИЯ

Установлено, что в условиях экспериментальной аноксии происходит усиление катаболизма белков в жабрах и гепатопанкреасе моллюска. Процесс адаптации анадары к голоданию идет по пути использования резерва аминокислот в процессах биосинтеза белка. Донором аминокислот выступает гепатопанкреас. Голодание вызывает у моллюсков принципиально иную реорганизацию белкового метаболизма, чем в условиях аноксии.

Ключевые слова: голодание, аноксия, белковый метаболизм, моллюск

Anadara inaequalvis – достаточно молодой для Черного моря вид-вселенец, который постепенно становится массовой ценообразующей формой, колонизируя экстремальные биотопы. В связи с этим важной задачей является определить функциональные основы инвазии и экологической пластичности вида. Кроме того, *Anadara inaequalvis* рассматривается как перспективный объект марикультуры для Черного моря, поэтому знание особенностей метаболизма этого вида имеет особое значение для разработки биотехники для его массового выращивания.

Цель настоящего исследования провести сравнительную оценку направленности реорганизации белкового обмена в тканях двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* в условиях аноксии и голодания.

Материал и методы исследований

Материал получен одномоментно с коллекторных установок рыбодобывающего предприятия “Дон-Комп” (бухта Стрелецкая, Севастополь). В работе использовали половозрелые особи *Anadara inaequalvis* (далее анадара) (длина раковины 30-33 мм). Препарирование тканей (нога, жабры и гепатопанкреас) проводили при температуре 4°C. Для моделирования внешней аноксии содержание кислорода в воде снижали до 0 мг/дм³, прокачиванием N₂. Контроль за величиной PO₂ осуществляли потенциометрически. Контрольная группа моллюсков содержалась в аналогичных условиях при концентрации кислорода в воде 8,5-8,7 мг/дм³ (95-97 % насыщения). Экспозиция составляла трое суток.

Для моделирования состояния голода морскую воду доставляли из 10-мильной зоны, стерилизовали в течение 4 ч и удаляли питательные субстраты. Экспозиции – 18 сут. Пробы тканей отбирали на 1-е, 6-е и 18-е сутки эксперимента. В условиях экспериментальной аноксии и голодания температура воды в емкостях составляла 18±1°C, соленость – 17-18‰, ежедневно производили полную смену воды для удаления метаболитов. Фотопериод – 12 ч день:12 ч ночь.

В тканях моллюсков определяли активности АлАТ, АсАТ унифицированным динитрофенилгидразиновым методом Райтмана-Френкеля [4], γ-глутамилтранспептидазы (ГТП) – по количеству высвобожденного п-нитроанилина [5], катепсина D – по кислоторастворимым продуктам ферментативного гидролиза гемоглобина [2]. Содержание мочевины в тканях моллюсков определяли по реакции с диацетилмоноксимом [1], свободного аминного азота – по цветной реакции с нингидрином [1], белка – по методу Лоури [7].

Результаты исследований и их обсуждение

Аноксия вызвала уменьшение содержания белка во всех исследованных тканях моллюска на 15-30% (p<0,05) (табл. 1). Пул свободных аминокислот при этом повышался на 35-50% (p<0,01). В ноге и жабрах анадары отмечали значительный рост содержания мочевины 45-100% (p<0,05). Это позволяет констатировать усиление катаболизма белков в тканях моллюска в условиях внешней аноксии.

Активность катепсина D в условиях эксперимента либо не изменялась (нога), либо претерпевала существенное понижение (жабры, гепатопанкреас). Это происходило на фоне возрастания активности γ-ГТП на 35-70% (p<0,05). Из этого следует, что в тканях анадары при

внешней аноксии гидролизу подвергаются не цельные белки, а олигопептиды с которыми взаимодействует γ -ГТП, освобождая глутамат используемый в сукцинаттиокиназной реакции, о реализации которой в тканях анадары свидетельствовал возрастание активности АЛАТ на 30-60% ($p < 0,05$) в ноге и жабрах моллюска (табл.1). Она позволяет получать дополнительный ресурс макроэргов и исключает накопление токсичного лактата.

Таблиця 1

Содержание белков, аминокислот и мочевины в тканях анадары в условиях нормоксии и аноксии

Показатели	Органы					
	нога		жабры		гепатопанкреас	
	нормоксия	аноксия	нормоксия	аноксия	нормоксия	аноксия
Белки, $\text{мкг} \cdot \text{мг}^{-1}$ ткани	38,7 \pm 1,2	28,4 \pm 2,4	46,9 \pm 4,0	35,9 \pm 3,0	143,5 \pm 12,5	116,4 \pm 3,9
Аминокислоты, $\text{нг} \cdot \text{мг}^{-1}$ ткани	68,5 \pm 3,1 $\cdot 10^{-3}$	92,7 \pm 5,0	192,6 \pm 13,3	282,3 \pm 11,5	285,1 \pm 19,5	423,8 \pm 37,9
Мочевина, $\text{нм} \cdot \text{мг}^{-1}$ ткани	2,68 \pm 0,24	3,85 \pm 0,3	11,8 \pm 4,2	25,0 \pm 2,5	28,4 \pm 2,3	15,7 \pm 3,5
АЛАТ, $\text{мкмоль} \cdot \text{мг}^{-1}$ белка мин^{-1}	0,28 \pm 0,01	0,38 \pm 0,03	0,18 \pm 0,02	0,29 \pm 0,01	0,19 \pm 0,007	0,13 \pm 0,003
АсАТ, $\text{мкмоль} \cdot \text{мг}^{-1}$ белка мин^{-1}	0,09 \pm 0,007	0,12 \pm 0,008	0,096 \pm 0,009	0,14 \pm 0,009	0,1 \pm 0,007	0,07 \pm 0,009
γ -ГТП, $\text{нмоль} \cdot \text{мг}^{-1}$ белка мин^{-1}	2,0 \pm 0,2	2,0 \pm 0,1	5,0 \pm 0,8	8,0 \pm 0,4	3,0 \pm 0,8	6,0 \pm 0,1

Примечание: объемы выборочных совокупностей – 10 особей.

В условиях аноксии зарегистрировано также повышение активности АсАТ в жабрах и ноге моллюска на 25-45% ($p < 0,05$).

Голодание приводило к увеличению содержания белков в тканях ноги и гепатопанкреаса, а в жабрах, наоборот – к снижению. Это происходило на фоне уменьшения уровня свободных аминокислот и подавления активности γ -ГТП во всех исследуемых тканях (табл. 2).

Таблиця 2

Содержание белков, аминокислот, мочевины, активности γ -ГТП и катепсина D в тканях анадары в условиях голодания

Условия эксперимента	n	Показатели				
		Белок, мкг мг ⁻¹	Аминокислоты мкг мг ⁻¹	Мочевина, нмоль мг ⁻¹ ткани	γ-ГТП, нмоль мг ⁻¹ белка мин ⁻¹	Катепсин D, нмоль*мг ⁻¹ белка*мин ⁻¹
Гепатопанкреас						
Контроль	20	102,5±2,0	0,598±0,02	35,6±3,4	5,64±0,20	1,777±0,19
Голодание 6 суток	10	143,5±12,5	0,285±0,02	28,4±2,3	3,77±0,81	2,675±0,29
Голодание 18 суток	8	142,7±9,8	0,353±0,06	26,1±4,0	3,95±1,32	6,212±1,23
Жабры						
Контроль	20	59,5±2,0	0,378±0,01	7,81±1,1	5,55±0,37	6,896±0,54
Голодание 6 суток	10	46,9±4,0	0,193±0,01	11,8±4,1	5,11±0,86	6,635±0,55
Голодание 18 суток	8	47,2±2,8	0,199±0,02	10,3±2,8	5,76±1,00	6,249±0,30
Нога						
Контроль	20	31,9±1,0	0,102 ±0,003	2,65±0,4	2,93±0,20	3,196±0,24
Голодание 6 суток	10	38,7±1,2	0,068 ±0,003	2,68±0,2	2,061±0,2	3,36±0,316
Голодание 18 суток	8	42,3±0,4	0,089 ±0,007	2,66±0,4	2,623±0,7	3,87±0,699

Примечание: n – объемы выборочных совокупностей

Увеличение белковых ресурсов в тканях гидробионтов на начальных этапах голодания отмечают и другие авторы [3]. В ответ на действие стрессорных факторов концентрация в плазме белков, которые еще называют белками острой фазы, увеличивается и, следовательно, их синтез является составной частью метаболического ответа на стресс [3].

Необходимо отметить, что процесс адаптации моллюска к голоданию, по-видимому, шел и по пути активного использования аминокислот, как потенциального источника энергии. Содержание аминного азота во всех исследованных органах понижалось. При этом содержание мочевины в тканях не изменялось, а в некоторых случаях уменьшалось (гепатопанкреас). Это означает, что снижение тканевого пула аминокислот не было связано с процессами дезаминирования. Донором аминокислот, вероятно, выступает гепатопанкреас, так как только в этом органе отмечался существенный рост активности катепсина D.

Таблица 3

Сравнительная оценка особенностей реорганизации тканевого метаболизма у анадары в условиях экспериментальной аноксии и голода

Показатели	Органы и условия эксперимента					
	гепатопанкреас		жабры		нога	
	аноксия	голод	аноксия	голод	аноксия	голод
Белки	–	+	–	–	–	+
Аминокислоты	+	–	+	–	+	–
Мочевина	–	–	+	*	+	*
АлАТ	–	*	+	*	+	+
АсАТ	–	+	+	*	+	–
γ-ГТП	+	–	+	*	+	–
γ-ГТП	+	–	+	*	+	–

Примечания: «+» – увеличение содержания (активности); «–» – уменьшение содержания (активности); «*» – отсутствие изменений.

Возрастание активностей АлАТ и АсАТ в условиях экспериментального голодания направлено на продукцию субстратов, усваиваемых в гликолитических процессах. Динамика содержания субстратов (белок, аминокислоты), метаболитов (мочевина) и активностей ферментов (АлАТ, АсАТ, γ-ГТП, катепсин D) в условиях экспериментального голодания и аноксии в большинстве случаев была разнонаправленной (табл. 3). Это означает, что стоящие за ними процессы качественно отличаются друг от друга, протекают самостоятельно и не оказывают существенного взаимного влияния.

Необходимо также подчеркнуть, что процессы, стоящие за реорганизацией тканевого метаболизма в условиях аноксии и голодания, не совпадают во времени. В условиях аноксии они были зарегистрированы в течение первых 3 сут. от начала эксперимента, а при голодании отмечались только на 18-е сутки.

Выводы

Вышесказанное позволяет заключить, что депривация пищи вызывает у моллюсков принципиально иную реорганизацию белкового метаболизма в тканевых структурах, чем в условиях внешней аноксии.

1. Колб В.Г. Клиническая биохимия: пособие для врачей-лаборантов / Колб В.Г., Камышников В.С.. – Минск: Изд-во Беларусь, 1976. – С. 59–62.
2. Комаров Ф.И. Биохимические исследования в клинике / Ф.И. Комаров, Б.Ф. Коровкин, В.В. Меньшиков. – Л.: Изд-во Медицина, 1976. – С. 76–77.
3. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
4. Меньшиков В.В. Лабораторные методы исследования в клинике: [Справочник] / В.В. Меньшиков [и др.]. – М.: Медицина, 1987. – 365 с.
5. Dimov D.M. Comparison of four methods for the estimation of γ -glutamyl transpeptidase activity in biological fluids / Dimov D.M., Kulhanek V. // Clin. Chim. Acta. – 1967. – N 16. – С. 271–277.
6. Larade K. Reversible suppression of protein synthesis in concert with polysome disaggregation during anoxia exposure in *Littorina littorea* / K. Larade, K.B. Storey // Mol. Cell. Biochem. – 2002. – Vol. 232, N 1–2. – P. 121–127.
7. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, N 266. – P. 75.

Т.І. Андрєєнко

Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь

**СПРЯМОВАНІСТЬ АДАПТИВНОЇ РЕОРГАНІЗАЦІЇ БІЛКОВОГО МЕТАБОЛІЗМУ В
ТКАНИННИХ СТРУКТУРАХ МОЛЮСКА-ВСЕЛЕНЦЯ *ANADARA INAEQUIVALVIS* ЗА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ АНОКСІЇ І ГОЛОДУВАННЯ**

Встановлено, що за аноксії в зябрах і нозі *Anadara inaequalvis* відбувається посилення катаболізму білків. Адаптація анадари до голодування здійснюється шляхом використання резерву амінокислот для біосинтезу білків. Донором амінокислот є гепатопанкреас. Голодування викликає у моллюсків принципово іншу реорганізацію білкового метаболізму в тканинних структурах, ніж за аноксії.

Ключові слова: голодування, аноксія, білковий метаболізм, моллюск

T.I. Andreenko

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**THE ORIENTATION OF ADAPTIVE REORGANIZATION OF THE PROTEIN METABOLISM IN
THE TISSUES OF *ANADARA INAEQUIVALVIS* UNDER THE CONDITIONS OF
EXPERIMENTAL ANOXIA AND STARVATIONS**

It has been found that under experimental anoxia conditions the processes of protein catabolism are intensified in gills and digestive gland of mollusk. The low molecular peptides are predominantly hydrolyzed. The process of adaptation of anadara to starvation involves using the amino acids reserves for protein biosynthesis. Hepatopancreas seems to be a donor of amino acid. Starvation causes in molluscs essentially other reorganisation of a protein metabolism in tissues, than in the conditions of an experimental anoxia.

Key words: starvation, anoxia, mollusc

УДК 598.34:591.13

О.Г. АНТОНОВСЬКИЙ¹, В.О. ДЕМЧЕНКО², І.С. МИТЯЙ², П.Г. ШЕВЧЕНКО²

¹Таврійський державний агротехнологічний університет

пр-т Богдана Хмельницького, 18, Мелітополь 71315

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Генерала Родимцева, 19, Київ 03041

**МОЛОЧНИЙ ЛИМАН: РЕТРОСПЕКТИВА ТА ПЕРСПЕКТИВА
ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ**

Здійснено ретроспективний аналіз екологічного стану Молочного лиману Азовського моря за останні 100 років. Приведено динаміку гідрохімічного режиму, коливання видового складу та чисельності бентосних організмів і риб. Запропоновано рекомендації з відновлення життєвих процесів водойми.

Ключові слова: Молочний лиман, солоність води, бентос, іхтіофауна

В Північно-Західному Приазов'ї є більше ста солоних водойм, що значно змінюють розміри та солоність води протягом року [1]. До них належить і Молочний лиман, що утворився в четвертинний період в результаті епейрогенічного опускання побережжя, в результаті чого прилегла до моря нижня частина широкої долини річки Молочної була затоплена морськими водами. Наступне поступове обміління річки, загальна діяльність пануючих східних і південно-східних вітрів, морських течій та їх акумулятивної діяльності, в місці зчленування лиману з морем поступово почала наливатися піщано-черепашкова коса. Вона відокремила лиман від моря і перетворила його в озеро. Є підстави вважати, що це відбулося в кінці XV ст. [8]. З цього часу і майже до середини минулого століття лиман залишався мертвою водоймою з солоністю вод, що сягала таких значень (60–70 г/л), при яких могли мешкати лише ультрагалінні форми. З 1943 р. в результаті воєнних дій лиман був штучно з'єднаний з Азовським морем. Морська вода поступово опріснила озеро і життєві процеси в ньому відновились. Лиман отримав статус: водно-болотного угіддя з унікальним біологічним різноманіттям; став ландшафтним заповідником міжнародного

значення, рибогосподарською водоймою та місцем відпочинку і оздоровлення населення. З 1996 р. протока, що з'єднує лиман з морем, заноситься піском, в результаті чого водойма все більше стає ізольованою і втрачає вищезгадане значення.

У зв'язку з викладеним метою повідомлення є привернення уваги фахівців та громадськості до екологічних проблем Молочного лиману та недопустимості його перетворення в солоне озеро.

Матеріал і методи досліджень

В основу публікації покладені матеріали звітів кафедри зоології Мелітопольського педінституту за 50–90 роки минулого століття, а також матеріали, зібрані авторами в Молочному лимані за період 1996–2010 рр. (рис. 1).

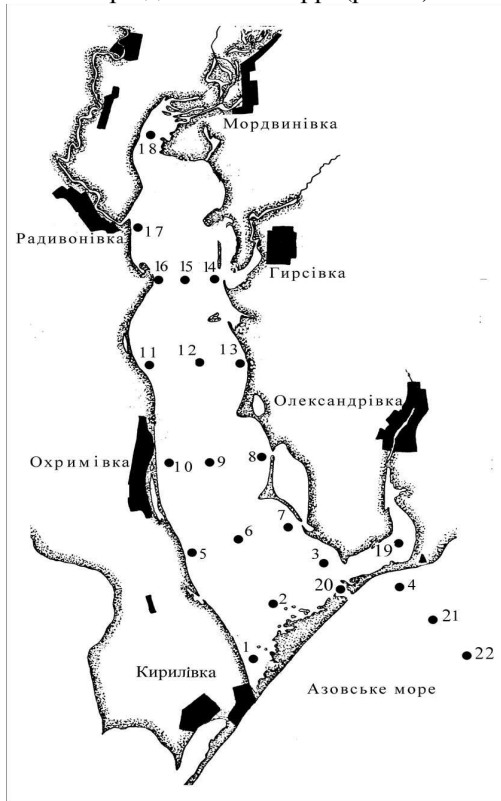


Рис. 1. Пункти збору даних в Молочному лимані

Гідрохімічні проби обробляли в лабораторії Мелітопольської екологічної інспекції Запорізької області та з допомогою приладів «Кондуктометр, солемір, термометр СОМ-100» та «SensIon 6 (HATCH)». Збір макрзообентосу здійснювали з допомогою пружинного дночерпака площею захвату 0,05 м². На кожній станції брали 1–2 дночерпакові проби. Зібраний матеріал промивали через сито з вічком 1 мм та через мішок з газу № 40. Проби повністю фіксували 4% розчином формаліну, подальша їх обробка проводилася в лабораторії за загальноприйнятими методиками [3].

Іхтіологічний матеріал отримували під час експедицій, що проводилися кожного сезону та на стаціонарних пунктах досліджень протягом року. Під час експедиційних робіт проводилися контрольні облови мальковою волокушею (на прибережних станціях), виставлялися зяброві сітки, виконувалися облови бичковою драгою. Стаціонарні роботи виконували протягом всього року за винятком льодоставу (січень–лютий). Для отримання початкового іхтіологічного матеріалу використовували зяброві сітки (вічко 18–120 мм), ятера (6,5–14,0 мм), малькову волокушу (6,5 мм), закидний невід (40 мм), волокушу (22–40 мм), напівмеханічну драгу (6,5–14,0 мм.), обкидну сітку (40 мм). Повний біологічний аналіз проводився в лабораторних умовах (рис. 2.3, 2.4). згідно загальноприйнятих методик [6].

Результати досліджень та їх обговорення

Головним лімітуючим фактором для біоти Молочного лиману є солоність води, що цілком залежить від водообміну з Азовським морем та характеризується значною динамікою. В періоди, коли протока функціонує нормально, середні показники солоності коливаються в межах 14–18 г/дм³ (рис. 2). Така ситуація спостерігалась в лимані з 1943 р. до 1972 р., коли функціонувала стара протока, та з 1973 р. до 1996 р., коли водообмін забезпечувала нова протока. Вказані періоди є

найбільш оптимальними для гідробіонтів. В цей час відмічено 46 видів зоопланктону і 54 – зообентосу [4]. Те саме спостерігається і у складі іхтіофауни (табл. 1).

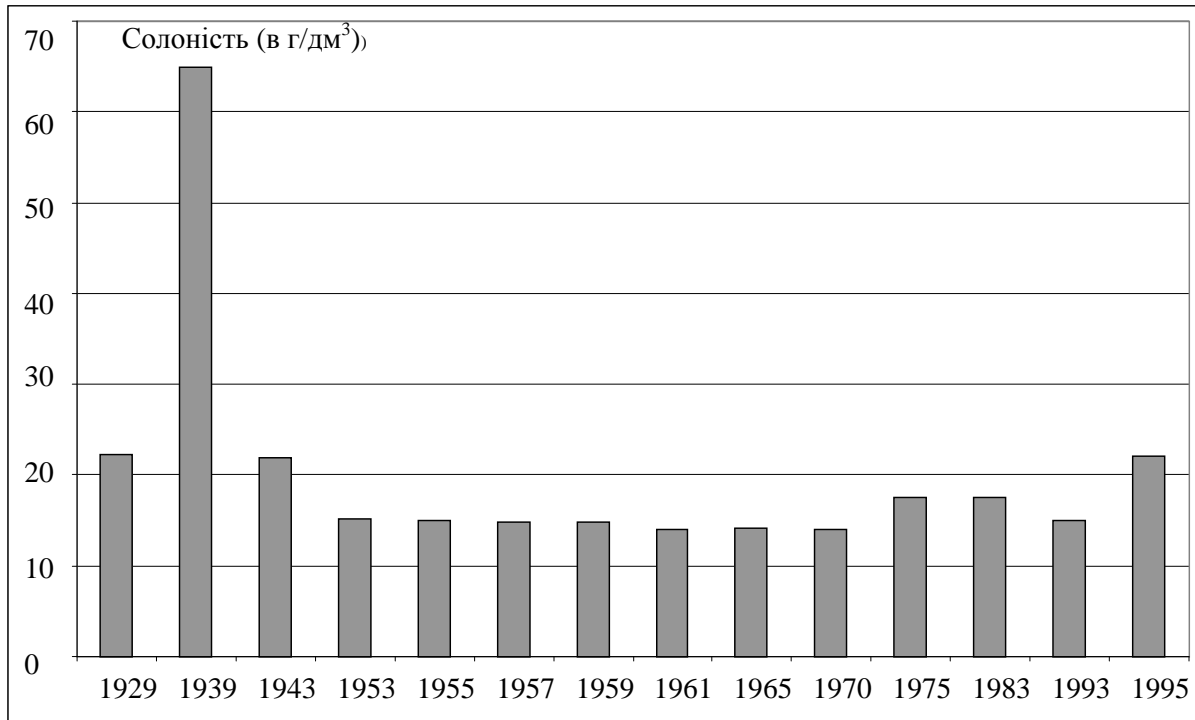


Рис. 2. Динаміка солоності води Молочного лиману в XX ст.

Таблиця 1

Взаємозв'язок видового складу риб з гідрологічним і гідрохімічним режимами

Стан протоки	Павлов, 1961	Янковский, 1965	Сабодаш та ін., 1994	Наші дані, 1996–2000 рр.
Ширина протоки, м	150–200	300–400	10–30	10–15
Кількість проток	1	2	1	1
Солоність, г/дм ³	13,3–18,2	11,6–14,9	14,7–24,9	17,9–25,1
Кількість видів риб	27	39	32	30

Мулисті береги лиману перетворилися на піщано–черепашкові пляжі до широти Алтагир-Гірсовка. Утворення пляжів на березі мілкового басейну морського типу, що добре прогрівається, за наявності на побережжі придатних для пиття артезіанських вод і лісового масиву, дозволило широко використовувати лиман для оздоровчих заходів [2].

З 1996 р. ситуація починає різко змінюватися. Протоку, що забезпечувала оптимальний водообмін Молочного лиману з Азовським морем, починає заносити піском у зв'язку з послабленням робіт з її очищення. Солоність зростає і події розвиваються у зворотному напрямку: лиман з високим біологічним різноманіттям перетворюється в солоне озеро (рис. 3).

Нашими дослідженнями встановлено, що видовий склад зообентосу Молочного лиману в 2007 р. представлений всього 33 видами безхребетних, з значним зменшенням їх чисельності та біомаси. Показовим є факт зникнення багатоклітинних та більшості одноклітинних водоростей. Склад іхтіофауни представлений декількома видами бичків (трав'яник, кругляк, пісочник, бичок-лисун), атериною, камбалою глоса, та піленгасом. Щодо останнього виду, то для нього Молочний лиман був основним нерестищем, яке зараз втрачає своє значення.

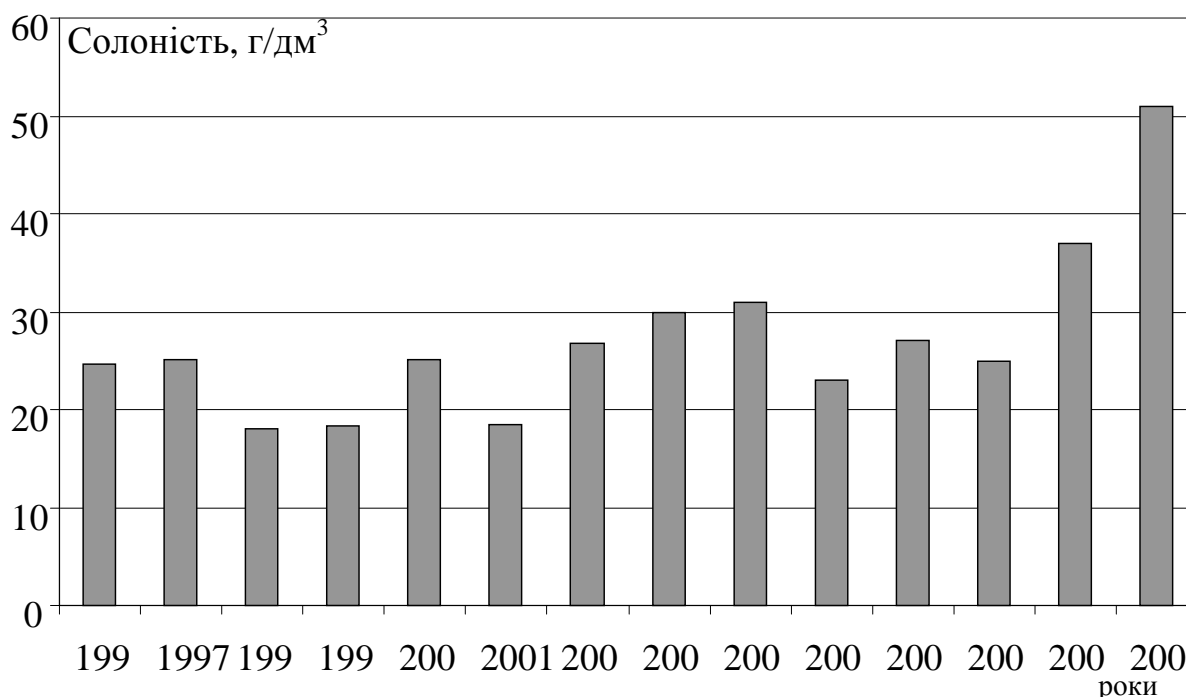


Рис. 3. Динаміка солоності води Молочного лиману в кінці XX – на початку XXI ст.

Висновки

Враховуючи вищевикладене та неможливість в найближчому майбутньому відновлення оптимального гідрологічного режиму, а разом з ним сприятливих для гідробіонтів екологічних умов у Молочному лимані без втручання в екосистемні процеси людини, необхідно терміново здійснити такий комплекс робіт: відновити стабільний зв'язок між Молочним лиманом та Азовським морем за рахунок оптимально функціонуючої протоки, що забезпечить підтримання сприятливого для гідробіонтів гідрохімічного режиму та поверне лиману статус водойми з високим біологічним різноманіттям.

1. *Алексеев Н.А.* Гидрохимические особенности соленых озер Северо-западного Приазовья / Н.А. Алексеев // Проблемы региональной лимнологии. – 1979 – С. 111–122.
2. *Арсан О.М.* Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.А. Дяченко [та ін.] – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
3. *Алексеев Н.А.* Солевой режим Молочного лимана и возможные пути его изменения / Алексеев Н.А., Турбина Л.Н. // Изв. Мелитопольского отдела геогр. общества УССР и Запорожского областного отделения общества охраны природы УССР. Днепропетровск – 1965. – С. 119–125.
4. *Зообентос Молочного лиману* : зб. наук. праць / З.А. Виноградова та ін.] – К.: 1960. – С. 35.
5. *Павлов П.Й.* Біологічні особливості кефалі Молочного лиману / П.Й. Павлов // Біологічне обґрунтування розвитку кефального господарства східного Сивашу і Молочного лиману. – К., 1960. – С. 175–182.
6. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин – М.: Пищ. пром.-сть, 1966. – 375 с.
7. *Собадаш В.М.* Видова різноманітність, екологічні особливості та можливості збагачення населення Молочного лиману / В.М. Собадаш. – К.: Ін-т зоології НАН України, 1994 – 72 с.
8. *Янковский Б.А.* Ихтиофауна Молочного лимана после его соединения с Азовским морем / Б.А. Янковский // Научн. доклады высшей школы. Биол. науки. – 1961. – № 3. – С. 44–47.
9. *Янковский Б.А.* О рыбохозяйственном использовании Молочного лимана / Б.А. Янковский // Изв. Мелитопольского отдела геогр. общества УССР и Запорожского областного отделения общества охраны природы УССР. – Днепропетровск: Промінь, 1965. – С. 67–80.

О.Г. Антоновский¹, В.О. Демченко², И.С. Митяй², П.Г. Шевченко²

¹Таврический государственный агротехнологический университет, Мелитополь

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

МОЛОЧНЫЙ ЛИМАН: РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Осуществлен ретроспективный анализ экологического состояния Молочного лимана Азовского моря за последние 100 лет. Приводится динамика гидрохимического режима, колебания видового состава бентосных организмов и рыб. Предлагаются рекомендации по возобновлению жизненных процессов водоема.

Ключевые слова: Молочный лиман, соленость воды, бентос, ихтиофауна.

O.G. Antonovsky¹, V.O. Demchenko², I.S. Mytyai², P.G. Shevchenko²

¹ Tavrida State agrotechnological University, Melitopol

² National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Kyiv

THE MOLOCHNY ESTUARY: RETROSPECTIVE REVIEW AND PROSPECTS OF ITS ECOLOGICAL STATE

Wide retrospective analysis of the Molochny estuary of the Azov sea during the last 100 years is presented. The hydrochemical conditions dynamics, the fluctuation of species composition and numbers of bottom dwellers and fish is cited. Guidelines for the restoration of life processes in the basin are proposed.

Key words: Molochny estuary, water salinity, bottom dwellers, fishes

УДК 551.468.4 (477.74)

Ю.И. БОГАТОВА

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛИМАНА БУРНАС (СЕВЕРНОЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ)

В работе приведены результаты исследований в 2009 г. воды и донных отложений лимана Бурнас – полузакрытого лимана Тузловской группы в междуречье Дунай–Днестр. Стабильно высокое содержание у пелоидов лимана хлоридов, катионов кальция и магния делает их привлекательными источниками сырья для получения отечественных фармакологических препаратов.

Ключевые слова: вода, донные отложения, лиман

Лиман Бурнас – крайний северо-восточный водоем Тузловской группы лиманов, расположенных в междуречье Дунай–Днестр. Бурнас относится к полузакрытым лиманам Северного Причерноморья, так как связь с морем осуществляется через песчаную пересыпь, периодически размываемую штормами. Его гидролого–гидрохимический режим, как и всех закрытых лиманов, обусловлен испарением, осадками, терригенным стоком и развитием гидробиологических внутриводоемных процессов – синтезом и деструкцией автохтонного органического вещества. Отсутствие притока в лиман вод из северо-западной части Черного моря, малый объем поступающего пресноводного стока (на севере в лиман впадает р. Алкалия, пересыхающая летом), незначительное количество атмосферных осадков и испарение приводят к заметному снижению в летне-осенний период уровня воды и росту ее минерализации. Развитие продукционных процессов в водной толще лимана, деструкция и накопление отмершего автохтонного органического вещества в донных отложениях способствуют постоянному пополнению донных отложений (пелоидов) минеральными и органическими соединениями. Ранее пелоиды лимана использовались в лечебных целях на бальнеологическом курорте Лебедевка (Одесская область), который в настоящее время не функционирует.

Целью исследования является определение качества воды лимана.

Матеріал и методи досліджень

Дослідження хімічного складу води и донних відкладень лимана Бурнас проводили с мая по сентябрь 2009 г. с использованием стандартных методов [3, 5] по следующим параметрам: соленость, хлориды, общая минерализация, общая жесткость, катионы (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), растворенные минеральные (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) и органические соединения азота ($\text{N}_{\text{орг}}$) и фосфора ($\text{P}_{\text{орг}}$), кремний, растворенное органическое вещество (РОВ), определяемое по перманганатной окисляемости (ПО).

Результаты исследований и их обсуждение

Сезонные исследования качества воды показали значительную изменчивость всех определяемых параметров, что обусловлено как физическими (испарение, осадки и др.), так и биологическими (синтез и деструкция автохтонного органического вещества) процессами. Основным химическим компонентом водной среды были ионы хлорид и натрия – соленость в лимане за период с мая по сентябрь 2009 г. изменялась в пределах 48–78‰. Такие воды, согласно классификации [4], относятся к категории рассолов (рапа). Исследования показали четкую внутригодовую зависимость между ростом минерализации рапы и ее ионным составом. Ионный состав рапы изменялся от мая к сентябрю в широких пределах. Так, концентрация Cl^- изменялась от 27,0 г/дм³ до 43,2 г/дм³, составляя в среднем 34,8 г/дм³, Ca^{2+} и Mg^{2+} – в пределах 65,0–721,0 мг/дм³ и 50,0–1311,0 мг/дм³, при средних значениях соответственно 462,0 мг/дм³ и 795 мг/дм³. Следует отметить, что аналогичные высокие концентрации хлоридов, ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} отмечали в воде лимана и ранее (1992 г.), когда проводилась оценка его бальнеологических ресурсов [2]. Максимальные концентрации РОВ (ПО 34,6 мг O_2 /дм³), органических соединений азота (10,20 мг/дм³), минеральных соединений фосфора (0,095 мг/дм³), кремния (2,31 мг/дм³) отмечали в августе, но они были ниже, чем концентрации хлорида натрия и магния.

Таким образом, по содержанию основных ионных компонентов рапу лимана Бурнас можно отнести к хлоридно-натриево-магниевому типу.

Донные отложения лимана (пелоиды) – черные маслянистые илы с сильным запахом сероводорода (сульфидные грязи). Высокая биологическая активность этих грязей обеспечивается наличием в них сульфида железа – гидротроиллита [2]. Гранулометрический анализ пелоидов показал, что крупные фракции (10 мм, 5 мм, 2 мм, 1 мм) составляют 6,88%, песчаные (0,5 мм, 0,25 мм, 0,1 мм) – 29,15%, алевритовые (0,05 мм, 0,01 мм) – 45,80% и пелитовые фракции (>0,005 мм, <0,005 мм) – 18,17%. В алевритовых фракциях находилось большое количество органических веществ, а в крупных фракциях – нитевидные остатки водорослей. Высокий процент содержания в пелоидах мелкодисперсных фракций – алевритовых и пелитовых (64%) – обеспечивает пластичность и специфические термические свойства донных отложений, а также возможность эффективной экстракции из них ионов и биологически активных веществ, что важно при использовании пелоидов лимана в лечебных целях.

Исследование водной вытяжки пелоидов, приготовленной в соотношении 1:100 на дистиллированной воде, показало, что содержание в них основных ионов Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , минеральных и органических соединений азота и фосфора значительно выше, чем в рапе лимана. Так, в водной вытяжке пелоида максимальные концентрации Cl^- , Ca^{2+} и Mg^{2+} (отмечали в сентябре) составляли соответственно 9,4 г/дм³, 217,6 мг/дм³ и 372,8 мг/дм³. В августе водные вытяжки пелоидов содержали максимальные концентрации азота аммонийного (23,07 мг/дм³), нитратов (4,54 мг/дм³), ортофосфатов (17,14 мг/дм³), кремния (21,98 мг/дм³), растворенных органических веществ (21,12 мг O_2 /дм³) и органического фосфора (7,01 мг/дм³). Максимальные концентрации растворенных органических соединений азота (40,84 мг/дм³) в водных растворах пелоида наблюдали в мае.

Сравнительный анализ гидрохимических характеристик рапы и водных растворов пелоидов показал, что в донных отложениях лимана содержание минеральных и органических соединений в сотни раз превышает содержание этих ингредиентов в рапе. Так, водная вытяжка пелоида (соотношение 1:100) содержит только в 3 раза меньше ионов Cl^- и Ca^{2+} , в 2,5 раза меньше ионов Mg^{2+} и в десятки раз больше азота аммонийного, нитратов, ортофосфатов, кремния, органических азота и фосфора. Ионный состав пелоидов лимана в процентном отношении выглядит следующим образом: хлориды составляют до 60,5%, натрия – 33,8%, кальций – 1,4%, магний – 3,6%, соединения азота – 0,4%, соединения фосфора – 0,2%, кремний – 0,1%.

Высокие концентрации в рапе и пелоидах лимана ионов кальция, магния, других биологически активных веществ делают их потенциально привлекательным источником сырья при создании фармацевтических препаратов, в частности, магнийсодержащих, обладающих

противоспалительным и репаративным (успокаивающим) действием. При этом существенно важно, что акватория лимана Бурнас не испытывает заметного антропогенного воздействия в отличие, например, от Куяльницкого лимана, в рапе и пелоидах которого обнаруживаются соединения тяжелых металлов, нефтепродукты, детергенты [1].

Выводы

Таким образом, результаты гидрохимических исследований рапы и пелоидов лимана Бурнас позволяют сделать следующие выводы:

- вода лимана по содержанию солей относится к категории рассолов (рапа); основу минерального состава рапы составляют хлорид натрия, концентрация которого изменялась в широких пределах – 33,1–78,1 г/дм³, и катионы Ca²⁺ и Mg²⁺ – средние концентрации составляли соответственно 501,1 и 871,3 мг/дм³; по содержанию основных ионных компонентов рапа относится к хлоридно-натриево-магниевому типу;
- наличие в рапе растворенных минеральных и органических соединений азота и фосфора, кремния способствует развитию автохтонного органического вещества – источника, формирующего донные отложения (пелоиды) лимана;
- пелоиды лимана – черные алевритовые илы с сильным запахом сероводорода (сульфидные илы), обладают высокой биологической активностью, так как содержат гидротроиллит (сульфид железа);
- водная вытяжка пелоида, приготовленная в соотношении 1:100, содержит значительные количества хлоридов, катионов Ca²⁺ и Mg²⁺, максимальные концентрации которых составляли соответственно 9,4 г/дм³, 217,6 и 372,8 мг/дм³;
- высокое содержание в рапе и пелоидах лимана катионов Mg²⁺ позволяет рассматривать их в качестве потенциального сырья для создания отечественных магнийсодержащих фармацевтических препаратов.

Работа выполнялась в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Одесским филиалом Института биологии южных морей и Одесским государственным медицинским университетом.

1. Адобовский В.В. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана / В.В. Адобовский, Г.Н. Сихалеева, Н.М. Шурова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. – Севастополь: НАН Украины: Мор. Гидрофиз. Ин-т, ОФ ИнБЮМ, 2005. – № 1(6) – С. 71–81.
2. Лечебные грязи (пелоиды) Украины / Под. ред. М.В. Лободы, К.Д. Бабова, Т.А. Золотаревой, Е.М. Никепеловой. – К.: Изд-во Куприянова Е.А., 2006. – 320 с.
3. Методы гидрохимических исследований океана. – М.: Наука, 1978. – 270 с.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия / А.М. Никаноров. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.
5. Шишкина Л.А. Гидрохимия / Л.А. Шишкина. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 285 с.

Ю.І. Богатова

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНОГО СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ ЛИМАНУ БУРНАС (ПІВНІЧНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я)

В роботі наведено результати досліджень у 2009 р. води та донних відкладів лиману Бурнас – напівзакритого лиману Тузловської групи в межах річки Дунай – Дністер. Стабільно високий вміст в пелоїдах лиману хлоридів, катіонів кальцію і магнію робить їх привабливими джерелами сировини для одержання вітчизняних фармакологічних препаратів.

Ключові слова: вода, донні відклади, лиман

Yu. I. Bogatova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

MODERN STATE OF THE WATER SYSTEM AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE LIMAN BURNAS (NORTHERN BLACK SEA REGION)

The paper presents results of the studies carried out in 2009 on the water and bottom sediments of the liman Burnas, a semi-enclosed liman of the Tuzlovskaya group in the area between the rivers Danube and Dniester. Stable high contents of chlorides, cations of calcium and magnesium in the peloids of the liman make these peloids attractive sources of raw materials for domestic pharmaceuticals.

Key words: water, bottom sediments, liman

УДК 551.463.5(262.5)

В.М. БОЛЬШАКОВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ПІДВОДНА ОСВІТЛЕНІСТЬ БІЛЯ БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУД ОДЕСИ

Наведено результати натурних досліджень освітленості водної маси в Чорному морі в районі м. Одеса.

Ключові слова: підводна освітленість, хмарність, гідротехнічні споруди, глибина.

Кожної весни в угрупованнях обростань на прибережних гідротехнічних спорудах спостерігається зміна зимового комплексу макроводоростей літнім, а восени навпаки. Причиною такої докорінної перебудови є чинники, що змінюються протягом року. Зазвичай, увага приділяється температурі води, проте в цій роботі зроблено спробу розглянути сезонну мінливість підводної освітленості. Важливість цього чинника підтверджується матеріалами альгологічних досліджень на північно-західному шельфі Чорного моря [1].

Матеріал і методи досліджень

Спочатку передбачали, що при чималій кількості прямих вимірів освітленості, вдасться встановити її залежність від висоти Сонця над горизонтом, а також від кількості, а, можливо, і від форми хмар. Для експерименту використовувалися два люксметри марки Ю16, що демонстрували добру відтворюваність результатів вимірів при поруч розташованих приймачах світла. Потім один з приймачів поміщали в бокс з органічного скла, що герметично закривається. Цей бокс був прикріплений до металевої штанги, розміченої через півметрові відрізки. Він використовувався для вимірів освітленості на різних глибинах у воді, тоді як інший, знаходячись в нерухомому стані, використовувався для контролю фонові мінливості освітленості.

Результати досліджень та їх обговорення

Вимірювання показали, що при мінливій хмарності протягом однієї-двох хвилин освітленість може змінитися в декілька, інколи до шести разів. Це означає, що певні значення висоти Сонця над горизонтом, кількості хмар і їх форми не відповідають визначені значення освітленості. В результаті зроблено [3, 4] про те, що таку залежність можна отримати лише для однорідного хмарного покриву. З цього виходить, що виміри освітленості є сенс здійснювати при практично безхмарному небі і при 10 бальній хмарності без просвітів. Друга умова полягала в тому, аби виміри виконувалися в як тільки можна ширшому діапазоні висоти Сонця над горизонтом. На території Одеси ці дві умови суперечать одна одній, оскільки висота Сонця змінюється від 0° до 60° влітку, коли збереження 10 бальної однорідної хмарності протягом дня рідкісне. Навпаки, взимку, коли 10 бальна хмарність протягом навіть декількох днів звичайне явище, висота Сонця над горизонтом протягом дня змінюється від 0° до 20–25°.

На рис. 1 подані результати вимірювання освітленості при звичайній для літа малохмарній погоді з одного з траверсів – надводних елементів берегозахисних споруд, що сполучають берег з підводним хвилерізом. Траверс 15-а, з якого велися виміри, розташований на широті 46°26′,6 у районі біологічної станції Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова і спрямований майже точно уздовж лінії схід–захід. Тому при похмурій погоді одну з його бічних поверхонь називатимемо “південною”, а іншу “північною”. При ясній погоді “південну” поверхню зручно називати “сонячною”, а північну – “тіньовою”.

Для порівняння освітленості “сонячного” і “тіньового” боків вибраний горизонт 1 м, оскільки він досить близький до поверхні моря, щоб ослаблення освітленості шаром води було невелике, але досить віддалений від неї, щоб зменшити динамічний вплив на виміри хвилювання і відблисків від схвильованої поверхні. Вимірювання здійснювали протягом декількох днів влітку–восени 2006 р. і взимку–навесні 2007 р. Кількість хмар нижнього ярусу не перевищувала 3 балів.

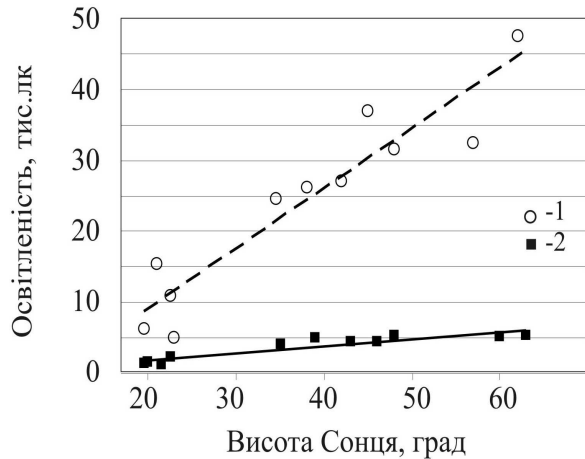


Рис. 1. Освітленість на глибині 1 м при ясній погоді з "сонячного" (1) і "тіньового" (2) боків траверсу залежно від висоти Сонця

Природно, що освітленість зростає з збільшенням висоти Сонця, причому чим воно вище, тим швидше наростає освітленість з "сонячного" боку порівняно з "тіньовим": якщо вранці вони відрізняються в 2 рази, то до полудня – у 8 разів.

У похмуру погоду при 10 бальній хмарності освітленість з південного і північного боків траверсу при будь-яких висотах Сонця відрізняються мало – на 10–15 % (рис. 2). Аналіз рис. 1, 2 показує, що навіть сонячного дня освітленість з "тіньового" боку гідротехнічної споруди менша, ніж з обох його боків в похмурий день.

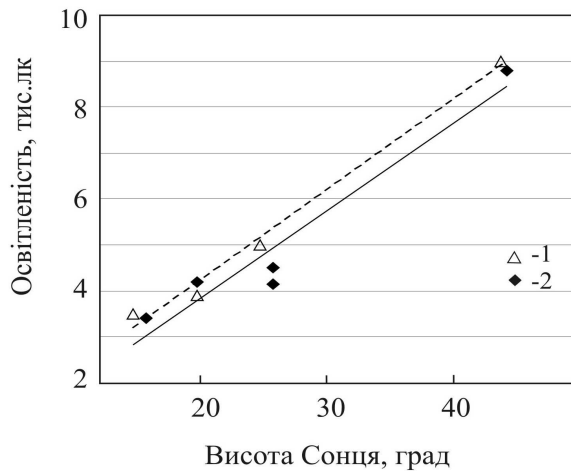


Рис. 2. Освітленість на глибині 1 м при похмурій погоді з південної (1) і північної (2) сторін траверсу залежно від висоти Сонця

Характер змін освітленості з глибиною представлено на рис. 3. Як на "сонячному" боці траверсу, так і на "тіньовому", південний шар в 3,5 метра зменшив освітленість приблизно в 10 разів.

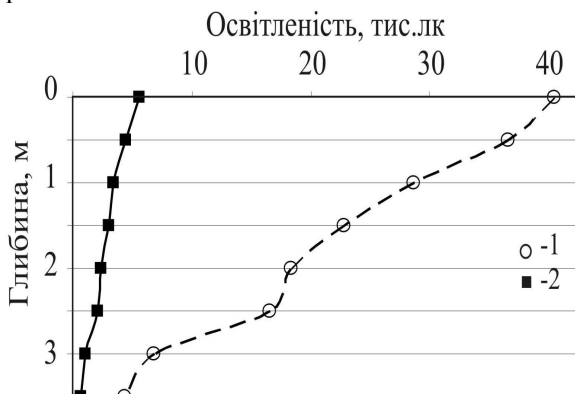


Рис. 3. Середня освітленість на різних глибинах: 1 – ясно, "сонячний" бік, 2 – ясно, "тіньовий" бік

Висновок

Висловлюємо припущення, що для потреб альгології менш інформативна вимірjana скалярна характеристика освітленості може бути замінена розрахунковою векторною характеристикою потоку сонячної енергії. Остання дає можливість враховувати орієнтацію обростаючих поверхонь відносно Сонця, причому при будь-якій кількості хмар [2].

1. *Беляев Б.Н.* Освещенность водной толщи на северо-западном шельфе Черного моря в районах Каркинитского залива и филофорного поля Зернова / Б.Н. Беляев // Экология моря. – 1993. – Вып. 43. – С. 75–90.
2. *Егоров Б.Н.* Учет влияния облачности различных ярусов на суммарную радиацию, приходящую к поверхности океана / Б.Н. Егоров. – Тр. ГГО. – Вып. 297. – 1973. – С. 118–123.
3. *Калитин Н.Н.* Освещенность облачным небом / Н.Н. Калитин // Тр. научно-мелиоративного института. – Л., 1928.
4. *Шулейкин В.В.* Физика моря / В.В. Шулейкин. – М. : Наука, 1968. – 1083 с.

В.М. Большаков

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ПОДВОДНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ ВОЗЛЕ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОДЕССЫ

Приведены результаты натурных исследований освещенности водной массы в Черном море в районе г. Одессы.

Ключевые слова: подводная освещенность, облачность, гидротехнические сооружения, глубина

V.M. Bol'shakov

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE UNDERWATER ILLUMINATION BY ODESSA COAST-PROTECTING STRUCTURE

The results of researches on location of water masses illumination in the Black Sea in the region of Odesa have been showed

Key words: underwater illumination, cloudiness, hydraulic work, depth

УДК 592:595.142(262.5)

О.С. БОНДАРЕНКО

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ТАКСОЦЕНУ ПОЛІХЕТ ОДЕСЬКОГО МОРСЬКОГО РЕГІОНУ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Зареєстровано 21 вид поліхет з яких 17 віднесено до макрозообентосу, 4 – до евмейобентосу. Відмічено відновлення розвитку *M. palmata* і *P. cirrifera*, та зменшення чисельності *N. succinea*. В грудні зафіксовано масове розмноження мелінни та осідання личинок *P. cirrifera*, *P. limicola* та *C. capitata*.

Ключові слова: поліхети, макрозообентос, евмейобентос, осідання

Друга половина XX ст., особливо у 70–80-ті роки, для північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) характеризувалася підвищенням евтрофікації, зростанням антропогенного навантаження на екосистему та, як наслідок, розвитком гіпо- та аноксії, що призвело до зміни якісного складу донних угруповань, їх перебудови, а інколи і до повного зникнення та заміщення іншими. В таксоцені поліхет відбулось скорочення видового складу, поступова заміна одних домінантних видів на інші та їх просторовий перерозподіл [2]. Спрямування таких перегруповань переважно залежить від особливостей розмноження видів, екологічних характеристик личинкових стадій розвитку, їх здатності до виживання та розселення. В зв'язку з цим нині є актуальним вивчення структури таксоцену поліхет та особливостей поповнення їх популяцій в умовах нестабільної екологічної ситуації.

Матеріал і методи досліджень

Результати отримані при обробці кількісних проб макро- та мейобентосу, зібраних в квітні, серпні та грудні 2005 р. в одеському морському регіоні на глибинах від 6 м до 26 м. Проби збирали дночерпаком Петерсена з площею розкриття 0,1 м², промивали через систему бентосних сит. Для збору макрозообентосу слугувало сито з діаметром отвору 1 мм. Особини, що пройшли крізь нього, та затрималися на ситі діаметром отвору 100 μ, віднесені до мейобентосу. Подальшу обробку матеріалу проводили за стандартно прийнятими методиками.

Результати досліджень та їх обговорення

Тасоцен поліхет одеського морського регіону формували представники макроформ (дорослі особини та їх молодь) та види евмейобентосу. Всього протягом періоду дослідження зареєстровано 21 вид поліхет, з них 17 віднесено до макрзообентосу, 4 – до постійного компоненту мейобентосу. Найчастіше траплялися представники таких видів: *Melinna palmata* Grube, 1870 (79%), *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864) (75%), *Prionospio cirrifera* Wiren, 1883 (73%), *Polydora limicola* Annenkova, 1934 (64%), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) (63%), *Neanthes succinea* (Frey et Leuckart, 1847) (63%), *Nephtys hombergii* Savigny, 1818 (58%) та *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767) (54%). За чисельністю переважали види-детритофаги: *M. palmata*, *P. cirrifera*, *P. limicola*, *H. filiformis*. В макрзообентосі в усі пори року домінував вид *M. palmata*. До 90-х рр. XX ст. в ПЗЧМ на глибині 15–30 м розвивався біоценоз *Melinna palmata*. В 1950–1960 рр. чисельність цього виду становила 2500–8500 екз. \cdot м⁻², а біомаса 40–80 г. \cdot м⁻² [1]. Внаслідок регулярних масових заморів, що розвивалися в ПЗЧМ з 70-х рр. минулого ст., кількість мелінни різко скоротилася і в 1998 р. її середня чисельність знизилася до 70 екз. \cdot м⁻² (максимум 630 екз. \cdot м⁻²) [3], відбулась деградація біоценозу. В 2005 р. в цьому районі спостерігали значне збільшення щільності поселень *M. palmata*. Порівняно з 1998 р її середня чисельність зросла на порядок і становила 746 екз. \cdot м⁻² в квітні, 647 екз. \cdot м⁻² в серпні та 569 екз. \cdot м⁻² в грудні. Вид траплявся на глибинах від 8 м до 26 м, та найбільші його скупчення були характерні для глибини 17–26 м на мулистих ґрунтах, де середня чисельність навесні складала 1700 екз. \cdot м⁻², влітку та на початку зими 1350 екз. \cdot м⁻² і 1310 екз. \cdot м⁻² відповідно, максимум зареєстровано в грудні – 3710 екз. \cdot м⁻².

Поряд з розвитком *M. palmata* в період дослідження відмічено скорочення чисельності виду *N. succinea*, який наприкінці минулого століття поширився на глибину більше, ніж 15 м, та колонізував ділянки дна, що раніше займав біоценоз *Melinna palmata*. В 90-х рр. чисельність цієї нереї складала більше 500 екз. \cdot м⁻² (максимум 2110 екз. \cdot м⁻²). В 2005 р. показники чисельності були значно нижчими і становили 33 екз. \cdot м⁻², 43 та 142 екз. \cdot м⁻² в квітні, червні та грудні відповідно. *N. succinea* був присутній в основному на мулистостерепашникових та піщано-черепашникових ґрунтах на глибині до 15 м. Незважаючи на низьку середню чисельність, на окремих станціях відмічена порівняно висока щільність поселень нереїса. Максимум зареєстровано в грудні на глибині 8 м (1100 екз. \cdot м⁻²). На глибині більше 15 м у весняний та літній сезони відмічена незначна кількість особин *N. succinea*, але до грудня вона зросла і склала в середньому 107 екз. \cdot м⁻². Збільшення щільності *N. succinea* в грудні відбувалось за рахунок розвитку та росту його молоді.

Характерний для біоценозу *Mytilus galloprovincialis* вид *P. cirrifera*, який в акваторії одеського регіону домінував в 70-х та на початку 80-х рр. вже в 1998 р. траплявся дуже рідко та був представлений поодинокими особинами [3]. В 2005 р. зареєстровано відновлення його розвитку на черепашникових та мулистостерепашникових ґрунтах. Найбільша середня чисельність дорослих особин *P. cirrifera* в досліджуваному регіоні відмічена в квітні (241 екз. \cdot м⁻²), максимум зареєстрований в біоценозі мідії (1620 екз. \cdot м⁻²). До грудня середня кількість дорослих особин знизилася вдвічі (113 екз. \cdot м⁻²), при цьому максимальна чисельність залишилась на рівні 1640 екз. \cdot м⁻².

Для поповнення та розвитку популяцій поліхет дуже важливим є осідання пелагічних личинок в бенталь, де і проходить їх метаморфоз. Це один з найбільш критичних моментів в житті багатощетинкових червів, в який відбувається масова елімінація особин. Відомо, що для осідання личинки *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) активно обирають тип ґрунту згідно розміру часток, придатних для побудови первинної трубки. Разом з тим для деяких видів з родини Nereidae при осіданні характер субстрату не відіграє жодної ролі [4, 5]. Крім того, осідання личинок окремих видів може відбуватися в місцях, віддалених від поселень дорослих особин. Питання про їх подальше вторинне розселення після метаморфозу нині потребує подальшого вивчення.

В результаті наших досліджень зафіксовано масове осідання декількох видів-детритофагів, яке відбувалося на початку грудня. Наймасовіше в бенталь переходили види *P. cirrifera*, *P. limicola* та *C. capitata*, що узгоджується з даними М.І. Кисельової [6], яка вказує на присутність в планктоні личинок родин Spionidae та Capitellidae на початку зими. Молодь *P. cirrifera* була присутня на всіх досліджуваних глибинах та типах ґрунту. Найбільші її кількісні показники зафіксовані на черепашникових та мулистостерепашникових ґрунтах в біоценозі мідії. Тут їх чисельність складала в середньому 14746 екз. \cdot м⁻² (максимум 60392 екз. \cdot м⁻²). Осідання *P. cirrifera* відбувалось також в місцях, де були відсутні поселення дорослих особин. Так, на мулах середня чисельність молоді складала 4756 екз. \cdot м⁻². Це дає можливість припустити, що осідання личинок виду *P. cirrifera* проходить без активного вибору субстрату, але успішний розвиток відбувається лише в прийнятному для них ґрунті. На відміну від *P. cirrifera*, осідання личинок *P. limicola* відбувалось

вибірково, в основному на ділянках, колонізованих дорослими особинами цього виду, на ґрунтах з різним ступенем замулення, як правило, в біоценозах *Mytilus galloprovincialis* (середня чисельність 1800 екз.·м⁻²) та *Chamelea gallina* (5785 екз.·м⁻²). Максимум зареєстровано в місці розташування стоку з очисної станції «Південна» (6720 екз.·м⁻²), для якої був характерний масовий розвиток детритоїдних видів поліхет.

Дорослі особини виду *C. capitata* в досліджуваній акваторії траплялися в незначних кількостях, проте відбувалося активне осідання їх личинок на мулистих ґрунтах на глибинах, що перевищували 15 м, де їх середня чисельність сягала 3119 екз.·м⁻², а максимум – 11760 екз.·м⁻².

В грудні зареєстровано розмноження домінанта *M. palmata*, котра в своєму циклі розвитку немає пелагічної стадії. Відкладення яєць у цього виду відбувається безпосередньо в мул, де і проходить їх розвиток [1]. Молодь *M. palmata* була представлена особинами однієї розмірної групи з довжиною тіла 0,5–1,0 мм. Найбільші їх скупчення відмічені на глибині 20 та більше метрів, де чисельність в середньому становила 17869 екз.·м⁻², а максимум досяг 42320 екз.·м⁻².

Поліхети постійного компоненту мейобентосу були представлені 4 видами: *Syllides longocirrata* Oersted, 1845, *Brania clavata* (Claparède 1863), *Exogone gemmifera* Pagenstecher, 1862 та *Protodrilus flavocapitatus* (Uljanin, 1877). Їх розвиток відбувався на черепашникових та мулистопіщано-черепашникових ґрунтах. *B. clavata* зареєстрована на глибинах від 7 м до 12 м. Найбільша чисельність поселень відмічена в квітні на глибині до 10 м, де складала в середньому 3571 екз.·м⁻² з максимумом 19200 екз.·м⁻². *S. longocirrata* розвивався в біоценозах *Mytilus galloprovincialis* та *Chamelea gallina* переважно на глибині 10–15 м. *E. gemmifera* і *P. flavocapitatus*.

Висновки

Зареєстровано 21 вид поліхет, з них 17 віднесено до макрозообентосу, 4 – до постійного компоненту мейобентосу. Кількісно домінували види-детритофаги. Значно порівняно з 1998 р. зросла чисельність *M. Palmate*. Кількісні показники *N. succinea* та ділянки, що він заселяв, зменшилися порівняно з 90-ми рр. В 2005 р. вид в основному розвивався на глибинах до 15 м. Зросла чисельність поліхети *P. cirrifer*, яка в 1998 р. була представлена поодинокими особинами. В грудні відбувалося масове осідання *P. cirrifer*, *P. limicola*, *C. capitata* та розмноження *M. palmata*, в якій відсутня пелагічна стадія розвитку. Личинки *P. cirrifer* осідали без вибору субстрату, *P. limicola* – в місцях поселення дорослих особин. Відмічені перебудови в таксоцені поліхет можуть бути оцінені як його відгук на деякі позитивні зміни стану навколишнього середовища.

1. Драголи А.Л. К биологии черноморской полихеты *Melinna palmata* Grube. : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / А.Л. Драголи. – Л., 1963. – 14 с.
2. Лосовская Г.В. Изменения видового состава, экологических и морфологических характеристик полихет северо-западной части Черного моря за полувековой период / Г.В. Лосовская // Экология моря: Сб. науч. трудов. – Севастополь, 2003. – Вып. 63. – С. 41–45.
3. Лосовская Г.В. Детритоядные полихеты в экосистеме одесского региона Черного моря / Лосовская Г.В., Синегуб И.А. // Экология моря: Сб. науч. трудов. – Севастополь, 2002. – Вып. 62. – С. 5–9.
4. Киселева Г.А. Оседание личинок *Polydora ciliata* (Johnston) на различные субстраты / Г.А. Киселева // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 85–90.
5. Киселева Г.А. Влияние субстрата на оседание и метаморфоз личинок бентосных животных / Г.А. Киселева // Там же. – С. 71–84.
6. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2004. – 409 с.

О.С. Бондаренко

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ТАКСОЦЕНА МНОГОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ ОДЕССКОГО МОРСКОГО РЕГИОНА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Зарегистрирован 21 вид полихет, из которых 17 отнесено к макрозообентосу, 4 – к эвмейобентосу. Отмечено возобновление развития *M. palmata* и *P. cirrifer*, и уменьшение численности *N. succinea*. В декабре зафиксировано массовое размножение мелинны и оседание личинок *P. cirrifer*, *P. limicola* и *C. capitata*.

Ключевые слова: многощетинковые черви, макрозообентос, евмейобентос, оседание

O.S. Bondarenko

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

DESCRIPTION THE STATE TAKSOTSEN OF WORMS OF THE ODESA MARINE REGION IS IN A MODERN PERIOD

Twenty one species of polychaetes, 17 of which are attributed to the macrozoobenthos, 4 to eumeiobenthos were registered. The resumption of *M. palmata* and *P. cirrifera*, and a decrease of in *N. succinea* abundance were noted. The mass reproduction of *Melina* and settling larvae of *P. cirrifera*, *P. limicola* and *C. capitata* were recorded in December.

Key words: worms, macrozoobenthos, eumeiobenthos, settling

УДК 551.464.09:582.232

А.В. БОРОДИНА, А.А. СОЛДАТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА КАРОТИНОИДОВ В ТКАНЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ МОРФ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

Максимальный уровень каротиноидов отмечен в гепатопанкреасе. Идентифицировано 6 видов каротиноидов: β -каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол *A*. Определена тканевая специфика их содержания. Содержание каротиноидов и их разнообразие уменьшалось в ряду: черная морфа \rightarrow черно-коричневая морфа \rightarrow коричневая морфа.

Ключевые слова: каротиноиды, ткани, цветовые морфы, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

Черноморские популяции *Mytilus galloprovincialis* Lam. характеризуются наличием двух цветовых морф: коричневой и черной и ряда переходных форм [1]. Анализ изоферментного спектра эстераз (Est-2) и гибридологические исследования показали, что различия в окраске моллюска генетически детерминированы [7, 8]. Между цветовыми морфами установлены различия в скоростях соматического роста [9], особенностях формирования и прочности биссусных нитей [2], состоянии антиоксидантного ферментативного комплекса [3], содержании каротиноидов [6]. Показано, что представители коричневой морфы тяготеют к гипоксическим илистым субстратам, тогда как особи черной морфы чаще встречаются в скальных биотопах с относительно высоким содержанием кислорода [1]. Во многих работах каротиноиды рассматриваются как эндогенный источник кислорода [4]. В этой связи представляет интерес изучение тканевого распределения данной группы соединений и их качественного состава у моллюсков разных цветовых морф.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в феврале 2007 г. Материал собран с коллекторов мидийной ферме в районе Мартыновой бухты (г. Севастополь). Объектом исследования являлись особи *M. galloprovincialis* с длиной раковины 5,0–5,5 см. По окраске створок раковины моллюски были разделены на 3 группы: черные, черно-коричневые и коричневые. У животных препарировали жабры, гепатопанкреас, ногу. Образцы тканей гомогенизировали и проводили экстракцию 100% ацетоном. Суммарные каротиноиды в экстрактах определяли по методике [4]. Для исследования качественного состава каротиноидов ацетоновый экстракт *M. galloprovincialis* упаривали в вакууме при температуре до 25°C, затем растворяли в хлороформе. Разделение пигментов проводили при помощи тонкослойной хроматографии на пластинках «Силуфол» (Чехия) в системе ацетон-гексан (3:7). Для идентификации каротиноидов использовали значения подвижности R_f , спектры видимой области, качественные химические реакции на наличие кетогруппы (реакция с NaBH_4 в метаноле) и сопряженной связи (реакция с йодом, на 100 мл гексана 1 г йода) [10–12]. Идентификацию проводили путем сравнения полученных спектров в видимой области и стандартных образцов [11, 13].

Цифровая информация обработана статистически с использованием t-критерия Стьюдента. Результаты представлены как $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$. Объемы выборочных совокупностей – по 10 экземпляров для каждой цветовой морфы.

Результаты исследований и их обсуждение

Максимальный уровень каротиноидов отмечали в гепатопанкреасе моллюсков (рис. 1). Он в 8-10 раз превосходил содержание данных соединений в ноге и жабрах животных. По абсолютным значениям полученные результаты совпадали с отмеченными ранее для данного вида [15]. На графике заметно снижение содержания каротиноидов в ряду: черная морфа → черно-коричневая морфа → коричневая морфа. Однако только для жабр различие было статистически выражено. В остальных случаях оно носило характер тенденции.

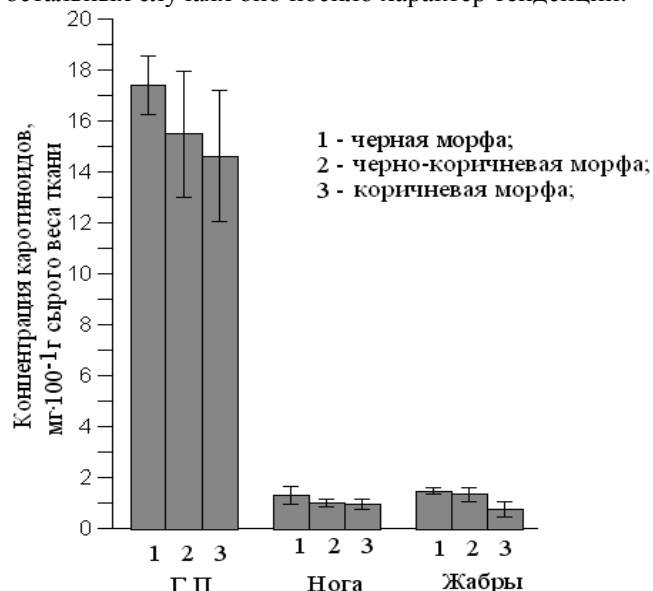


Рис. 1. Концентрация суммарных каротиноидов в органах ГП, ноги, жабр у 3 цветовой морф *M. galloprovincialis*

Оценка качественного состава каротиноидов позволила выявить ряд характерных различий между цветовыми морфами моллюска. На рис. 2 представлены хроматограммы суммы каротиноидов черной, коричневой и светло-коричневой морфы мидий. В тканях черной морфы мидии содержалось наибольшее число пигментных полос: 14. В черно-коричневой и коричневой морфах количество полос было снижено: 13 и 11 соответственно. На рис. 2 видно, что большинство пигментных полос в тканях мидий повторяются у всех 3-х морф, и лишь некоторые полосы уменьшались или исчезали вовсе по мере снижения пигмента в раковине моллюска.

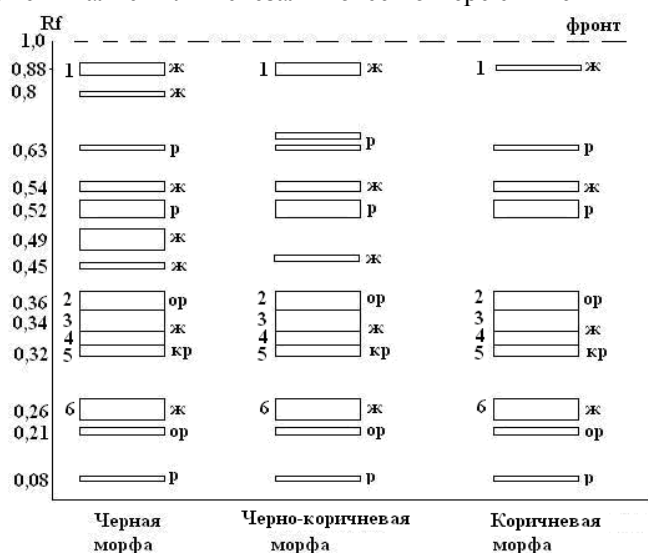


Рис. 2. Хроматограмма суммарного экстракта каротиноидов мидий трех цветовой морф: 1) β-каротин; 2) пектенолон, 3) диатоксантин; 4) аллоксантин; 5) митилоксантин, 6) пектенола А

Из повторяющихся пигментных полос по спектрам, величинам R_f , качественным реакциям были идентифицированы только 6 каротиноидов: β-каротин, пектенолон, аллоксантин+диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Из-за трудности в разделении аллоксантина и диатоксантина они были определены в комплексе.

Тканевое распределение идентифицированных каротиноидов в мидиях разных цветовой морф представлено в табл. 1. У мидий черной морфы наиболее высокая концентрация отмечена для

пектенолона, митилоксантина и алло-диатоксантинового комплекс. Их высокое содержание отмечено в ноге и жабрах. Пониженное содержание этих каротиноидов в гепатопанкреасе, возможно, вызвано особенностями их метаболизма. Для черной морфы также характерно также высокое содержание пектенола *A* в жабрах.

Таблица 1

Качественный состав каротиноидов различных цветовых морф *M. galloprovincialis*

Орган	Процент от суммы каротиноидов					Неопределенные каротиноиды
	β-каротин	Пектенолон	Аллоксантин + Диатоксантин	Митилоксантин	Пектенол А	
Черная морфа						
Н.	8,0±3,1	21,0±5,2	17,7±2,0	22,2±5,6	7,8±2,8	~24
Г.П.	2,7±0,9	9,3±0,4	8,4±0,7	11,9±1,4	7,6±0,4	~60
Ж.	–	10,5±4,3	28,0±2,7	19,7±1,9	15,3±2,8	~27
Черно-коричневая морфа						
Н.	1±1	16,5±6,2	30,3±3,5	33,0±2,2	11,5±2,2	~3
Г.П.	4,2±0,6	10,9±2,7	14,6±1,7	9,9±3,6	10,5±0,5	~50
Ж.	–	9,0±3,9	37,1±4,4	17,26±1,8	25,7±4,5	~11
Коричневая морфа						
Н.	3,3±3,3	–	35,8±4,0	26,5±3,2	31,7±0,6	–
Г.П.	4,5±0,4	11,1±0,6	18,6±1,2	17,1±1,3	14,3±0,5	~34
Ж.	–	16,6±3,1	38,6±6,1	18,0±3,8	22,0±6,0	~4

Сходные закономерности в распределении каротиноидов по тканям наблюдались и в двух других морф, однако были и существенные отличия. По мере осветления раковины моллюска, наблюдалось снижение содержания большинства минорных полос, на фоне увеличения содержания алло-диатоксантинового комплекса, митилоксантина и некоторого увеличения пектенола *A*. У коричневой морфы каротиноидный состав ноги содержал только идентифицированные пигменты. При этом во всех тканях преобладали аллоксантин, диатоксантин, митилоксантин и пектенолон *A*.

Выводы

Максимальный уровень каротиноидов отмечен в гепатопанкреасе всех цветовых морф моллюска – 14–18 мг 100 г⁻¹ сырого веса. В остальных тканях (жабры, нога) оно было в 8-10 раз ниже. Идентифицировано 6 видов каротиноидов: β-каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол *A*. Спектр каротиноидов имел ярко выраженную тканевую специфику. Содержание каротиноидов и их разнообразие уменьшалось в ряду: черная морфа → черно-коричневая морфа → коричневая морфа.

1. Биология культивируемых мидий. / [В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др.] – К.: Наук. думка, 1989. – 100 с.
2. Булатов К.В. Генетическая природа окраски раковин у черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. / К.В. Булатов // ДАН УССР. – 2000. – Серия Б., № 6. – С. 54–56.
3. Гостюхина О.Л. Антиоксидантный ферментативный комплекс тканей различных цветовых морф черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. / О.Л. Гостюхина, А.А. Солдатов, И.В. Головина, А.Я. Столбов // Экология моря. – 2005. – Вып. 68. – С. 42–47.
4. Карнаухов В. Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов – М.: Наука, 1988. – 223 с.
5. Поспелова Н.В. Содержание каротиноидов в системе: «взвешенное вещество – мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.)- биоотложения мидий» / Поспелова Н.В., Нехорошев М.В // Экология моря – 2003. – Вып. 64. – С. 62–66.
6. Солдатов А.А. Ферментативная система антиоксидантной защиты у черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. с пигментированными и депигментированными тканевыми структурами / А.А. Солдатов, О.Л. Александрова, И.В. Головина, А.Я. Столбов // Доп. НАН України – 2003. – № 5. – С. 162–166.
7. Столбова Н.Г. Генетический полиморфизм мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. у берегов Крыма / Столбова Н.Г., Ладыгина Л.В. // Цитология и генетика. – 1994. – Т. 28, № 2. – С. 62–66.
8. Столбова Н.Г. Наследование цвета раковины у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / Н.Г. Столбова, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 6. – С. 62–65.
9. Щербань С.А. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветовых морф мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / С.А.Щербань // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 77–81.
10. Maoka T. Characterization of fucoxanthin and fucoxanthinol esters in the Chinese surf clam, *Macra chinensis* / T. Maoka, Y. Fujiwara, K. Hashimoto, N.Akimoto // J.Agric. Food Chem. – 2007. – № 55. – С. 1563–1567.
11. Matsuno T. Isolation of diatinoxanthin, pectenoxanthin, pectenolone, and a new carotenoid, 3,4,3'-trihydroxy-7',8'-didehydro-β-carotene from arkshell and related three species of bivalves / Matsuno T., Maoka T. // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1981. – Vol. 47, N 4. – P. 495–499.

12. *Ookubo M.* Carotenoids of sea squirts - II. Comparative biochemical studies of carotenoids in sea squirts / *Ookubo M., Matsuno T.* // J. Comp. Biochem. Physiol. 1985. – Vol. 81. – P. 137–141.
13. *Jeffrey S.W.* Data for identification of 47 key phytoplankton pigments / *S.W. Jeffrey, R.F. Mantoura, C.T. Bjornland* / Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods. – UNESCO Publishing: Paris, 1997. – P. 493–553.

О.В. Бородіна, О.О. Солдатов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВМІСТУ І СКЛАДУ КАРОТИНОЇДІВ В ТКАНИНАХ РІЗНИХ КОЛІРНИХ МОРФ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

Максимальний рівень каротиноїдів відмічений в гепатопанкреасі. Ідентифіковано 6 видів каротиноїдів : β -каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Встановлена тканинна специфіка їх змісту. Вміст каротиноїдів і їх різноманітність зменшувався в ряду: чорна морфа \rightarrow чорно-коричнева морфа \rightarrow коричнева морфа.

Ключові слова: каротиноїди, тканини, кольорні морфи, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

A.V. Borodina, A.A. Soldatov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

COMPARATIVE ESTIMATION OF CAROTENOID CONTENT AND COMPOSITION IN TISSUES OF DIFFERENT COLOUR MORPHS OF *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

The peak carotenoid concentration has been found in hepatopancreas. Six carotenoids (β -carotene, pectenolone, alloxanthin-diatoxanthin complex, mytiloxanthin, pectenol A) have been identified. Tissue specificity in their content has been determined. The concentration and diversity of carotenoids decreased in the series: black morph \rightarrow black-brown morph \rightarrow brown morph.

Key words: carotenoids, tissues, colour morphs, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

УДК 577.164.12.001.5:591

О.К. БУДНЯК, А.В. СОРОКІН, З.Є. ЗАХАРІЄВА, С.А. ПЕТРОВ

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса 65026

СЕЗОННІ ЗМІНИ ВМІСТУ ФЛАВІНІВ ТА АКТИВНОСТІ СУКЦІНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ В ОРГАНАХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Встановлено, що показники активності сукцинатдегідрогенази (СДГ) і вмісту всіх форм рибофлавіна були більш істотними у жовтні 2008 р. і зменшувалися у квітні 2009 р. (на 10–30%). Величина ФАД – ефектів СДГ у квітні 2009 р. свідчить про дефіцит рибофлавіна в органах мідій.

Ключові слова: флавінові коферменти, сукцинатдегідрогеназа, чорноморські мідії

Молюски як біофільтратори є невід'ємними учасниками самоочищення природних вод. З біохімічної точки зору у чорноморської мідії *Mytilus galloprovincialis* добре досліджені процеси енергетичного обміну, реакції і регуляція активності основних біохімічних циклів (гліколіз, інші анаеробні цикли і продукти метаболізму) [3]. Менше досліджений вітамінний баланс мідій. Хоча є окремі публікації з цієї тематики, велика частина досліджень була присвячена харчовій цінності мідій. Фактично існують одиничні роботи, пов'язані з метаболізмом коферментів і їх регуляторним зв'язком з відповідними кофермент-залежними ферментами. Вітамін B₂ – рибофлавін – не є винятком.

Метою роботи було вивчити сезонні відмінності вмісту метаболітів вітаміну B₂ і активності сукцинатдегідрогенази в органах чорноморських мідій.

Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили на однорозмірній групі чорноморських мідій *M. galloprovincialis* розміром 40-50 мм, доставлених з прибережної зони Одеської затоки, протягом жовтня 2008 та квітня 2009 років. У гомогенатах ноги, мантиї, зябер і гепатопанкреаса визначали вміст флавінів (загальні флавіни (ЗФ), ФАД, суму (РФ+ФМН), а також частку ФАД від ЗФ) за Юденфрендомом [7] і активність сукцинатдегідрогенази (СДГ) за Прохоровою М.І. [5]. Рівень ФАД-ефекту СДГ визначали додаванням ФАД у концентрації 1 мкМ (кінцева концентрація) у проби *in vitro* перед 15-ти хв. інкубацією. Статистичну обробку даних проводили згідно Гланца С. [2].

Результати досліджень та їх обговорення

Життєвий цикл чорноморських мідій поділяється на періоди розмноження та спокою. Згідно В.Е. Заїки і співав. [4] для нашого регіону періоди розмноження мідій відповідають весняним (березень-травень) та осіннім (вересень-жовтень) місяцям. Вважається, що в ці періоди біохімічна активність у мідій максимальна.

Отримані дані щодо визначення сезонних змін вмісту різних форм флавінів представлені в табл.1. Найбільша кількість загальних флавінів міститься у зябрах, що відповідає метаболічній активності цього органу.

Таблиця 1

Вміст флавінів (мкг/г) в органах мідій у весняний та осінній періоди (n=8)

Орган	Показник	Жовтень		Квітень	
		М	±m	М	±m
Гепатопанкреас	ЗФ	32,0	2,7	22,0*	1,9
	ФАД	24,0	2,1	16,0*	1,4
	РФ+ФМН	8,0	0,8	6,0	0,5
	%ФАД	75,0	4,4	72,7	4,6
Мантия	ЗФ	11,0	0,9	10,0	0,9
	ФАД	8,0	0,7	7,5	0,6
	РФ+ФМН	3,0	0,2	2,5	0,2
	%ФАД	72,7	4,0	75,0	4,6
Нога	ЗФ	22,0	1,9	18,0	1,5
	ФАД	13,0	1,2	11,0	0,9
	РФ+ФМН	9,0	0,6	7,0*	0,6
	%ФАД	59,1	3,6	61,1	5,1
Зябри	ЗФ	35,0	2,1	28,0*	2,3
	ФАД	28,0	2,4	20,0*	1,7
	РФ+ФМН	7,0	0,6	8,0	0,7
	%ФАД	80,0	5,5	71,4	5,3

Примітка: * – різниця показників між різними сезонами вірогідна, $p \leq 0,05$.

Менший показник у гепатопанкреасі, нозі та мантиї, рівень ЗФ у якій майже утричі нижчий, ніж у зябрах. Ця закономірність отримана під час дослідів як у квітні, так і у жовтні. Якщо порівнювати рівень та співвідношення B_2 -ФАД та ФМН з РФ, можна зробити висновок про те, що рівень ФАД на 2,3–3,4 перевищує вміст суми (РФ+ФМН) у всіх досліджених органах в обидва сезони.

Щодо сезонних показників, то у квітні в гепатопанкреасі вміст ЗФ був у 1,45 рази меншим, ніж у жовтні. Вміст ФАД був у півтори рази менший у квітні порівняно з жовтнем, а рівень РФ+ФМН – на 33%. Слід зазначити, що при зменшенні вмісту флавінів весною нами не зареєстровано суттєвих змін співвідношення флавінових фракцій: частка ФАД від ЗФ фактично не змінилася. Отже, метаболічна активність гепатопанкреасу мідій за рибофлавіном була у квітні порівняно з жовтнем меншою на 33–50%. Причина цього, можливо, лежить у меншій кількості субстратів харчування навесні порівняно з осіннім періодом життя мідій.

Показники у зябрах були найбільшими порівняно з іншими дослідженими органами мідій. Як і в гепатопанкреасі вміст вітаміну B_2 був більшим у жовтні і меншим у квітні: для ЗФ – на 25%, для ФАД – на 40%. В нозі і мантиї суттєвих відмінностей не виявлено, хоча вищезазначені тенденції мали місце і в них.

Отже, вміст всіх форм вітаміну B_2 був більш істотним у жовтні і зменшувався у квітні, що, можливо, пов'язано з насиченістю морського середовища субстратами живлення.

Вміст коферментів відображає відповідну вітамінну насиченість організму, але їх кількість не може бути єдиним показником, що свідчить про якісну складову вітамінного забезпечення. Тому для вирішення цього питання необхідно визначити активність відповідних коферментзалежних ферментів [1]. Тому визначали активність сукцинатдегідрогеназу. Для мідій сукцинатдегідрогеназа є важливим ферментом, який не тільки бере участь у термінальному окисненні субстратів і відповідає як за генерацію енергії у мітохондріях та дихання взагалі, але й контролює вміст одного з найважливіших субстратів окиснення – сукцинату. СДГ достатньо чутлива до впливу зовнішнього середовища (важкі метали, гіпоксія тощо), тому рівень активності цього фермента відображає вміст і насиченість коферментних похідних вітаміну В₂.

Дані щодо сезонних коливань активності СДГ в органах мідій наведені в табл. 2.

Найвищою активність СДГ була в зябрах, зменшувалася в нозі, гепатопанкреасі та мантиї. Ці закономірності виявлено в обидва періоди спостережень. Активність ферменту на 20–30% вища осінній період порівняно з весняним. Найбільш чутливим органом виявилася мантия, де відмінності між сезонами були достовірними.

Для того, щоб детальніше оцінити сезонні відмінності за показником СДГ у мідій, досліджували ФАД-ефект, що свідчить про ступінь ненасиченості організму мідій флавінами.

Згідно отриманих даних достовірних відмінностей загальної активності СДГ не було, бо приросту активності ферменту після додавання ФАД не спостерігали. Рівень ФАД-ефекту зростав у 1,8 рази у квітні порівняно з жовтнем у нозі. Частка ФАД-ефекту від абсолютного ФАД-ефекту була вищою у квітні порівняно з жовтнем у 1,5–2,0 рази. Хоча потужність ФАД-недостаності була невеликою, отримані дані свідчать про деякий дефіцит рибофлавіну в організмі мідій у квітні. Подібні тенденції щодо вітаміну В₂, але у мітохондріях, були виявлені іншими дослідниками [6].

Таблиця 2

Активність сукцинатдегідрогенази в органах мідій (нмоль/г/хв.) (n=5)

Орган	Показник	Жовтень		Квітень	
		М	м	М	м
Гепатопанкреас	СДГ	3300	264	2750	220
	ФАД-еф	3440	275	2930	234
	ФАД-еф (абс)	140	11	180	14
	%ФАД-еф.	4,2	0,34	6,5*	0,52
Мантия	СДГ	2100	168	1620*	130
	ФАД-еф	2230	178	1770	142
	ФАД-еф (абс)	130	10	150	12
	%ФАД-еф.	6,2	0,50	9,3*	0,74
Нога	СДГ	3300	264	2900	232
	ФАД-еф	3400	272	3080	246
	ФАД-еф (абс)	100	8	180*	14
	%ФАД-еф.	3,0	0,24	6,2*	0,50
Зябри	СДГ	3600	288	3000	240
	ФАД-еф	3800	304	3250	260
	ФАД-еф (абс)	200	16	250	20
	%ФАД-еф.	5,6	0,44	8,3*	0,67

Примітка. * – різниця показника за квітень у порівнянні з жовтнем вірогідна, p≤0,05

Висновки

Отже, виявлена загальна тенденція зменшених флавінів та активності СДГ в органах мідій у весняний період порівняно з осіннім. Коефіцієнти кореляції Пірсона демонструють відповідність і залежність змін показників рівня ФАД та активності СДГ в різні періоди досліджень: в жовтні цей показник склав 0,82, а в квітні – 0,77. Загальна відповідність змін рівня ФАД та активності СДГ в жовтні і квітні була рівною 0,81. Виявлена залежність, ймовірно, залежить від температурного (та світлового) режиму середовища, а також від рівня поживних речовин [3].

1. Коденцова В.М. Влияние обеспеченности рибофлавином на обмен водорастворимых витаминов / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, А.А. Сокольников [и др.] // Вопр. мед. химии. – 1993. – Т. 39, № 5. – С. 29–33.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М.: Практика, 1999. – 460 с.
3. Горомосова С.А. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий / С.А. Горомосова, А.З. Шапиро // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.

4. *Митилиды* Черного моря / В.Е. Зайка, Н.А. Валова, А.С. Повчун, Н.К. Ревков. – К.: Наук. думка, 1990. – 2005 с.
5. *Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен): уч. пос. / ред. Прохорова М.И.* – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – С. 210–212.
6. Петров С.А. Утримання метаболітів деяких вітамінів мітохондріями гепатопанкреасу мідій за умов їх виділення / Петров С.А., Магла М.Г. // 2003. – Т. 8, № 2. – С. 178–185.
7. *Юденфренд С.* Флуоресцентный анализ в биологии и медицине / С. Юденфренд. – М.: Мир, 1965. – С. 229–230.

А.К. Будняк, А.В. Сорокина, З.Е. Захариева, С.А. Петров

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВИНОВ И АКТИВНОСТЬ СУКЦИНАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В ОРГАНАХ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Установлено, что показатели активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и содержания всех форм рибофлавина были более высокими в октябре 2008 г. и уменьшались в апреле 2009 г. (на 10-30%). Величина ФАД-эффектов СДГ в апреле 2009 г. свидетельствует о дефиците рибофлавина в органах мидий.

Ключевые слова: флавиновые коферменты, сукцинатдегидрогеназа, черноморские мидии

O.K. Budnyak, A.V. Sorokina, Z.E. Zaharieva, S.A. Petrov

Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

SEASONAL CHANGES OF CONCENTRATIONS OF FLAVINS AND ACTIVITY OF SUCCINATEDEHYDROGENASE IN ORGANS OF BLACK SEA MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

It is established that activity of succinate dehydrogenase (SDG) and concentrations of all forms of riboflavine were higher in October, 2008 and decreased in April, 2009 (for 10–30 %). Level of FAD – effects of SDG in April, 2009 indicate to deficiency of riboflavine in organs of mussels.

Key words: flavine coenzymes, succinate dehydrogenase, mussel, Black sea

УДК [597–146.511.593.4]

Л.І. БУЛІП

ПівденНІРО Державного комітету рибного господарства України
вул. Свердлова, 2, Керч 98300, АР Крим

МОРФОЛОГІЧНА ТА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІКРИ ПЕЛЕНГАСА АЗОВО- ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ

У пеленгаса Азово-Чорноморського басейну виявлені адаптації: зниження розміру яєць, збільшення відносного об'єму жирової краплі. Його ширша екологічна пластичність у ранньому онтогенезі забезпечується ліпідним складом ікри.

Ключові слова: пеленгас, ікра, розмір яєць, ліпіди, жирні кислоти

Кефалі здавна були кошовними об'єктами морського промислу й широко культивувалися в лиманних господарствах Чорного моря. Однак депресивний стан їхніх популяцій, що спостерігався протягом декількох десятиліть, значно скоротив обсяги промислу й призвів до занепаду традиційного в Азово-Чорномор'ї лиманного кефалівництва [1, 9]. Це й зумовило необхідність проведення науково-дослідних робіт зі штучного відтворення азово-чорноморських кефалей і акліматизації пеленгаса. У 70-х роках він був інтродукований в Азово-Чорноморський басейн.

Акліматизаційні роботи проводили у трьох напрямках: створення природної популяції в морі, формування популяцій в лиманах північно-західного Причорномор'я, і контрольоване вирощування маточних стад для штучного відтворення [9]. До кінця 80-х років в Азово-Чорноморському басейні сформувалася само відтворювана популяція пеленгаса. У пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні нормально проходять оогенез і сперматогенез аж до вимету зрілих статевих клітин.

Відзначається більш раннє статеве дозрівання риб, ніж у материнській водоймі. Самки стають статевозрілими в трьох-, чотирирічному, самці – в дво-, трирічному віці.

Однак актуальним залишається дослідження адаптаційних механізмів, що забезпечують ефективне відтворення пеленгаса у воді зниженої солоності Чорного моря (17–18‰) у порівнянні з центром його природного ареалу (30–35‰), у зв'язку з чим необхідно дати морфологічну й фізіолого-біохімічну характеристику ікри пеленгаса у зв'язку з екологічними особливостями нересту.

Матеріал і методи досліджень

Збирання матеріалу проводили протягом 1989–2009 рр. на експериментальній базі ПівденНІРО «Заветне» (Керченська протока) та на рибоводному пункті «Будаки» Експериментального кефалевого заводу (ЕКЗ), розташованого на Будацькій косі Одеської області. Об'єктами досліджень були плідники (самки) та статеві продукти далекосхідного акліматизанта – пеленгаса.

Плідників пеленгаса з ооцитами IV і V стадій зрілості відбирали під час їхніх нерестових міграцій з Азовського у Чорне море. В 1989–1993 рр. для досліджень використовували пеленгаса, вирощеного в штучних умовах. Для стимулювання дозрівання самок кефалей з ооцитами IV стадії зрілості використовували методи гормональних ін'єкцій [3]. Овульовану ікру запліднювали напівсухим способом.

Вміст загальних ліпідів визначали методом Фолча в модифікації В.І. Лапіна й Є.Г. Чернової [6], фракційний склад загальних ліпідів – методом тонкошарової хроматографії. Жирнокислотний склад ліпідів ікри визначали методом газорідинної хроматографії.

Плавучість ікри досліджували в діапазоні солоності 13–22‰, пеленгаса, вирощеного в штучних умовах – від 17‰ до 30‰. Показником нейтральної плавучості вважали величину солоності води, в якій більша частина ікринок перебувала у зваженому стані (на поверхні і у товщі води). Після набрякання при цій солоності відбирали пробу ікри й на свіжому матеріалі вимірювали діаметр овульованої ікри й жирової краплі (n=25–50 для кожної самки). На основі стандартних геометричних формул розраховували відносний об'єм жирової краплі ікри, що розвивається. Дані обробляли з використанням статистичних методів [7].

Результати досліджень та їх обговорення

У всіх видів кефалей зрілі яйця прозорі, містять одну велику жирову краплю. У пеленгаса Азово-Чорноморського басейну діаметр ікри варіює від 763,8 мкм до 926,6 мкм. У результаті досліджень виявлено, що величина їхнього об'єму специфічна для кожного конкретного району та тісно пов'язана з умовами розмноження виду. В нативному ареалі, в водах з високою солоністю (30–35‰) розміри зрілих яєць і жирових крапель у пеленгаса значно більші, ніж у Азово-Чорноморському басейні. Одночасно відносна величина об'єму жирової краплі нижча (табл.).

Таблиця

Морфометричні показники ікри пеленгаса з різних районів

Район	Солоність води, ‰	Діаметр, мкм		Відносний об'єм жирової краплі, %	Автори
		ікри	жирової краплі		
Японське море	30–33	830–1016	340–550	6,14–15,28	Дехник, 1951; Ильина, 1951; Мизюркина, 1984
Узбережжя Китаю	34,5	840–1090	380–510	9,26–10,24	Sha et al., 1986
Чорне море: район Севастополюської бухти	17,6–18	870–970	420–550	11,25–18,23	Чесалина, 1997
Північне Приазов'я: Молочний лиман	13–18	870–1030	470–670	15,7–27,5	Чесалина, Чесалин, 2001
* Молочний лиман	15–24	725–925	375–500	11,46–15,79	Наші дані, 2002, 2005
Північно-західна частина Чорного моря: *Шаболатський лиман	15–16	864–904	450–503	14,67–17,91	Наші дані, 1993
*Керченська протока	15–18	774–927	377–496	11,58–15,92	Наші дані, 1995–2009

Примітка: * – ікра отримана в умовах штучного відтворення.

Отримані дані свідчать про те, що адаптація чорноморських популяцій кефалей до перебування у водах з більш низькою солоністю відбувалася шляхом зменшення розмірів ікри й збільшення відносного об'єму жирової краплі.

Обов'язковою умовою для нормального розвитку ембріонів і личинок кефалей є їхній зважений стан. В ікрі, що впала на дно або залипла у поверхневій плівці, розвиток зупиняється на стадії морули, що обумовлено порушенням забезпеченості кліток киснем [8]. Проведені дослідження виявили залежність плавучості ікри від відносного об'єму жирової краплі. Чим більше значення показника, тим вище нейтральна плавучість ікри, і, відповідно, у воді меншої солоності вона здатна втримуватися у зваженому стані. Зв'язок між плавучістю ікри й відносним об'ємом її жирової краплі добре апроксимується рівнянням: $S_N = aV^{-b}$, де: S_N – солоність води, у якій відзначається нейтральна плавучість ікри, V – відносний об'єм жирової краплі.

Для ікри пеленгаса з природних популяцій значення a і b відповідно дорівнюють: 132,8 і – 0,79 ($r = -0,91$), пеленгаса, вирощеного в штучних умовах: 278,2 і – 1,0 ($r = -0,73$). Під час акліматизації кефалей в Азово-Чорноморському басейні діапазон солоності води, сприятливий для ембріонального й личиночного розвитку, змістився у бік менших значень і становить: для лобаня – 16–18‰, сингіля – 17–22‰ і пеленгаса – 17–20‰ [5]. Для пеленгаса, вирощеного в штучних умовах, оптимальним солоністю для розвитку ікри і ранніх личинок складає 22–25‰, тоді як у натуральному ареалі ікра розвивається в океанічній солоності (31–35‰). Розходження коефіцієнтів рівняння ймовірно залежить від особливостей біохімічного складу яєць різних груп кефалі, що визначає їхню щільність і різну плавучість навіть при близьких значеннях відносного об'єму жирової краплі.

Для розуміння адаптаційних механізмів, що забезпечують ефективне відтворення пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні, досліджений вміст ліпідів та їхній склад в ікрі, отриманій від інтактних риб і при стимулюванні дозрівання гормональними препаратами. Результати біохімічного аналізу показали, що 54–65% сухої маси ікринки кефалей припадає на ліпіди, які складаються з фракцій: фосфоліпіди, моноацилгліцерини, діацилгліцерини, триацилгліцерини (ТАГ), стерини, неестерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), ацилгліцерини, воски й ефіри стеринів. Встановлено, що основною фракцією ліпідів ікри кефалей є воски, фізіологічні функції яких аналогічні ТАГ. У ліпідах риб воски є найбільш ощадливою формою запасання енергії й резервом майбутнього організму, тому що швидкість їхньої мобілізації значно нижче, ніж ТАГ [10]. Крім того, воски відіграють важливу роль у підтримці плавучості риб, бо їхня питома вага трохи нижча, ніж ТАГ – відповідно – 0,86–0,90 і 0,93. Аналіз показав, що в ікрі пеленгаса, вирощеного в штучних умовах, вміст восків менша (55,5–57,1% від суми ліпідів), ніж в “диких” (64,5–72,7%), а кількість ТАГ – більша (20,2–24,0% і 6,8–15,4%), що, на наш погляд, і зумовлює розходження в плавучості ікри вирощених риб і риб з природних популяцій.

Склад жирних кислот (ЖК) ліпідів ікри кефалей більш динамічний. Встановлено, що особливості жирнокислотного складу ліпідів ікри кефалей Азово-Чорноморського басейну пов'язані з екологією їх нересту і визначають адаптаційні можливості в ранньому онтогенезі. Зокрема, широка екологічна пластичність пеленгаса в порівнянні з аборигенними кефаллями може бути пов'язана з перевагою в його ікрі кислот 16:2ω6, 18:1ω7 і 18:1ω5, температура плавлення яких нижче, ніж у 16:1ω7 і 18:1ω9. Кількість насичених жирних кислот, серед яких переважає пальмітинова, найменша в ікрі пеленгаса (6,7–9,2%), що свідчить про його більшу евритермність.

Початок і тривалість нерестового ходу пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні залежать від гідрологічних особливостей кожного сезону й, у першу чергу, від температури води. Відсутність сприятливих умов для нересту в окремі сезони (різкі коливання температури, згонно-нагонні явища, замори та ін.) викликають резорбцію ікри [3, 4]. Реакція виду на ці впливи виявляється в асинхронності розвитку ооцитів, порційності дозрівання, розширенні нерестового ареалу. Все це вказує на те, що процес натуралізації пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні ще триває.

Висновки

Отже, у пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні у зв'язку з умовами, що істотно відрізняються від його центру, виробилися адаптації, які забезпечують ефективне відтворення виду: позитивна плавучість ікри у воді відносно низької щільності, зменшення розміру ікри (на 20–35%), збільшення відносного об'єму жирової краплі (на 30–50%), а також вищий вміст ліпідів і переважання в їхньому складі фракцій низької щільності – восків (до 70%).

Під час акліматизації пеленгаса в Азово-Чорноморському басейні діапазон солоності води, сприятливий для ембріонального й личиночного розвитку, змістився у бік менших значень і становить 17–20‰. Склад ліпідів ікри обумовлює більшу екологічну пластичність і можливість

успішного розмноження пеленгаса в широкому діапазоні температури і солоності, а для раннього онтогенезу лобана й сингіля сприятливіший вужчий діапазон параметрів середовища.

1. *Бабаян К.Е.* Новые данные по биологии кефалей и перспективы развития кефалеводства в СССР / Бабаян К.Е., Зайцев Ю.П. // Зоолог. журн. – 1964. – Т. XIII, вып. 9. – С. 1342–1353.
2. *Биотехника* искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника / Куликова Н.И., Шекк П.В. – Керчь: издательский центр ЮгНИРО, 1996. – 27 с.
3. *Булли Л.И.* Особенности созревания и характеристика икры пиленгаса, мигрирующего через Керченский пролив / Л.И. Булли // Рыбное хозяйство Украины. – 2004 б. – № 7. – С. 92–97
4. *Дудкин С.И.* Физиолого-биохимические особенности формирования репродуктивного потенциала азовского пиленгаса в современный период / С.И. Дудкин, Л.В. Колесникова, Л.И. Ковальчук // Сборн. научн. трудов АЗНИИРХ. – Ростов-на Дону, 2000. – С. 136–145.
5. *Куликова Н.И.* О некоторых факторах, определяющих плавучесть икры черноморского лобана *Mugil cephalus* L. / Куликова Н.И., Макухина Л.И. // Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне. – М.: ВНИРО, 1991. – С. 30–37.
6. *Лапин В.И.* О методике экстракции жира из сырых тканей рыб / Лапин В.И., Чернова Е.Г. // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10, вып. 4. – С. 753–756.
7. *Плохинский Н.А.* Биометрия / Н.А. Плохинский. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения АН СССР, 1961. – 364 с.
8. *Резниченко П.Н.* Преобразование и смена механизмов функций в онтогенезе низших позвоночных / П.Н. Резниченко. – М.: Наука, 1982. – 216 с.
9. *Шекк П.В.* Марикультура рыб и перспективы ее развития в Черноморском бассейне / Шекк П.В., Куликова Н.И. [монография]. – К.: КНТ, 2005. – 308 с.
10. *Shulman G.E.* The Biochemical Ecology of Marine Fishes / Shulman G.E., Love R.M. // Advances in Marine Biology. 1999. – Vol. 36. – London: Acad. Press, – 352 p.

Л.И. Булли

ЮгНИРО Госкомитета рыбного хозяйства Украины, Керч

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРЫ ПЕЛЕНГАСА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА

У пеленгаса в Азово-Черноморском бассейне выявлены адаптации: снижение размера яиц, увеличение относительного объема жировой капли. Его более широкая экологическая пластичность в раннем онтогенезе определяется составом липидов икры.

Ключевые слова: пеленгас, икра, размер яиц, липиды, жирные кислоты

L.I. Bulli

South institute of marine Fish and Oceanography of the State committee of Fish Industry of Ukraine, Kerch

MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGO-BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF EGGS *MUGIL SOIUY* OF THE AZOV-BLACK SEA BASIN

In mullet *Mugil soiuy* in the Black Sea region identified adaptation, providing an effective mean spawning: decrease in egg size, increase in the relative volume of fat droplets. Its broad ecological plasticity in early ontogeny is provided by the lipid composition of caviar.

Key words: *Mugil soiuy*, caviar, size of eggs, lipids, fat acids

УДК [551. 35:579] [262.5]

Н. В. БУРДИЯН

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩАЯ МИКРОФЛОРА ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ РЕГИОНА СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Приведены данные о численности сульфатредуцирующей группы бактерий в донных осадках и прибрежных наносах акватории Севастополя. Исследуемые бактерии выделены повсеместно.

Разница в показателях численности достигает несколько порядков: в донных осадках – от 0,7 кл./г до $1,5 \cdot 10^4$ кл./г, в прибрежных наносах – от 0,4 кл./г до $9,5 \cdot 10^3$ кл./г.

Ключевые слова: прибрежные наносы, донные осадки, сульфатредуцирующие бактерии

При современном масштабе поступления в море антропогенной органики в донных осадках и прибрежных наносах начинают преобладать анаэробные процессы преобразования органического вещества, значительно снижающие скорость его окисления. Ведущая роль в процессе анаэробной деструкции принадлежит сульфатредуцирующим бактериям. Изучение количественного состава вышеуказанных микроорганизмов в донных осадках и прибрежных наносах представляет интерес, так как позволяет в определенной степени судить об энергии микробиологических процессов в данной экосистеме и подойти к оценке самоочищения последней.

Целью работы было определение численности и распространения сульфатредуцирующей группы бактерий в прибрежных наносах и донных осадках региона Севастополя.

Материал и методы исследований

Объектом исследования были прибрежные наносы и донные осадки бухты Севастопольской и района открытого моря (п. Учкеевка) акватории Севастополя. Образцы прибрежного наноса отбирали на двух станциях (рис. 1) в период 2002–2008 гг. Ст. 1 находится на Северной стороне Севастопольской бухты, в непосредственной близости от действующего причала. Ст. 2 – на побережье открытого моря, в районе пляжа Учкеевка. Всего на каждой станции отобрано по 50 проб прибрежного наноса. Анализ донных осадков проводили по материалам санитарно-биологической съемки Севастопольских бухт в 2006 г. (рис. 1). В обозначенной акватории отобрано 12 проб донных осадков. Материал отбирали: прибрежный нанос стерильным шпателем с поверхностного слоя (не глубже 5 см) на линии уреза воды. Донные осадки – дночерпателем Петерсена с площадью захвата $0,25 \text{ м}^2$, стерильным шпателем из трех мест образца. Пробы стерильно помещали в склянки с притертыми пробками. Численность изучаемых микроорганизмов определяли по описываемым методикам [1].

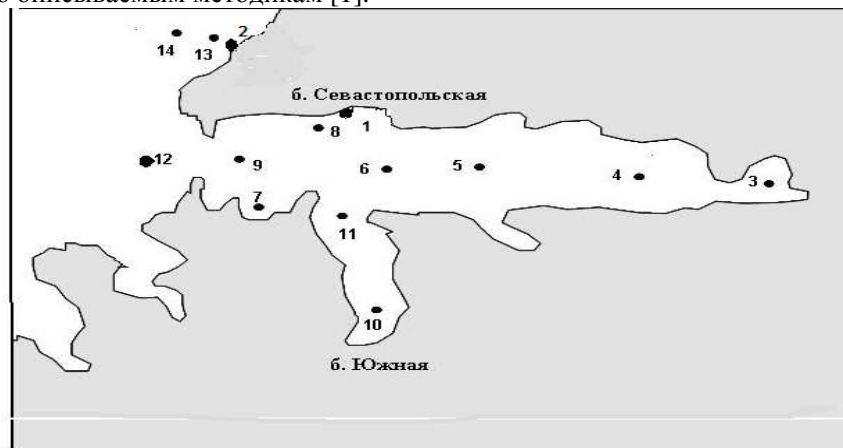


Рис.1.Схема станций отбора проб

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследования представлены на рис. 2. В донных осадках вершинной и центральной части севастопольской бухты численность сульфатредуцирующих бактерий колебалась от 0 до 450 кл./г. В устье бухты содержание бактерий варьировало от 0,7 кл./г до 2 кл./г. На станциях, расположенных перед входом в бухту и выходом из неё, рост сульфатредукторов не выявлен. Содержание бактерий на выходе бухты Южная (акватория б. Севастопольской) превышает таковое в вершинной части бухты: 950 кл./г и 250 кл./г соответственно. Следует отметить особое место б. Южной в системе Севастопольских бухт. Преобладающие в регионе Севастополя ветры северных, северо-восточных и восточных направлений запирают загрязненные воды в бухте, создавая крайне неблагоприятные экологические условия. Под влиянием продолжительных ветров южных направлений создаётся ситуация, когда загрязненные воды из бухты Южная сгоняются и аккумулируются в основной части Севастопольской бухты, ухудшая экологическую обстановку в основной бухте региона [2]. Максимальная численность сульфатредуцирующих бактерий выявлена в донных осадках ст. 7, расположенной вблизи действующего причала. В районе открытого моря

(ст. 13, 14), на станції, розположеній мористее, число бактерій в декількох раз менше, ніж на станції, розположеній ближче до берегу (25 кл./г і 2500 кл./г відповідно). По порівнянню з результатами 2003 г. [1] відмічено збільшення даних бактерій в районі відкритого моря.

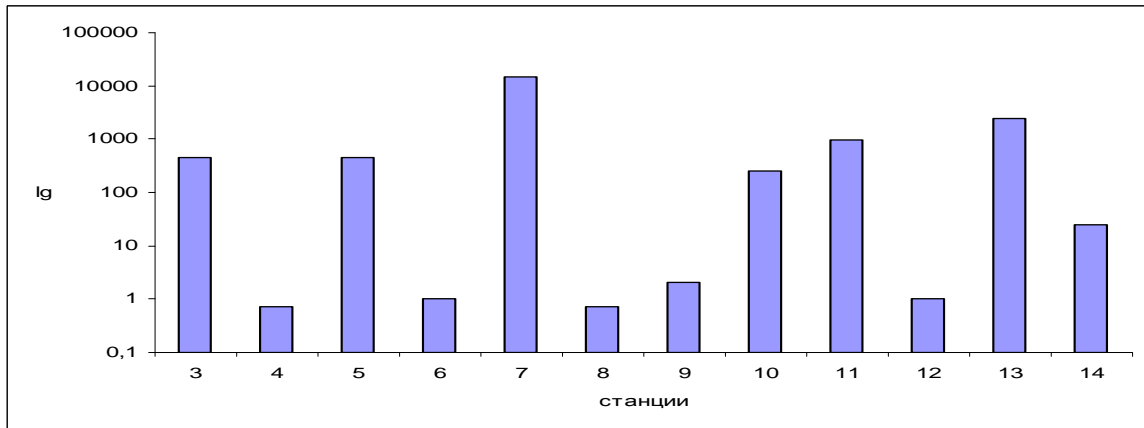


Рис.2. Численність сульфатредуруючих бактерій в донних осадах акваторії Севастополя (для зручності зображення численності бактерій використовувався логарифмічний масштаб)

Результати досліджень по вивченню кількісного розподілу мікроорганізмів в прибережних наносах представлені на рис. 3 і 4. С грудня 2003 г. по лютий 2005 г. на ст. 1 численність сульфатредуруючих бактерій коливалася від 0,4 кліток до 150 кліток на 1 г прибережного наноса. В половині проб ст. 1 кількість сульфатредукторів було від 25 і вище кліток на 1 г наносів. На ст. 2 діапазон коливання численності сульфатредукторів складав від 0,4 кл./г до 45 кл./г. Максимуми (45 кл./г) отримані в двох пробах. Решта результати були від 0,4 кл./г до 1,5 кл./г. Кількість позитивних проб на ст.1 перевищує таке ст. 2. Далішні визначення (з липня 2005 г.) показали, що численність сульфатредукторів на ст. 1 коливалася від 0,4 кл./г до 4500 кл./г. Бактерії виділені в 100% проб. Більшість показників було в межах 10^2 – 10^3 .

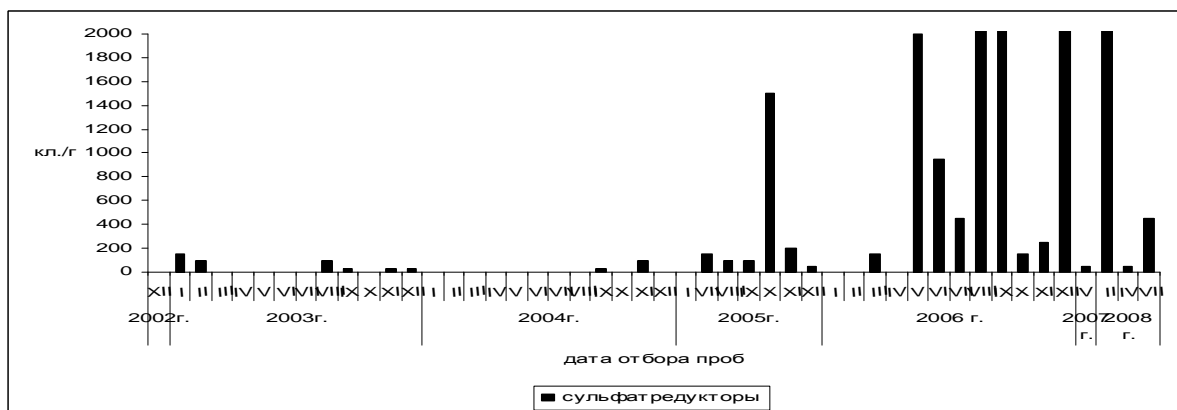


Рис. 3. Численність сульфатредуруючих бактерій в прибережних наносах ст. 1

Кількість сульфатредукторів в прибережних наносах ст. 2 коливалася від 0,4 кл./г до 450 кл./г. Ріст бактерій отриманий не в усіх пробах. В період з липня 2005 г. до червня 2006 г. численність визначена в половині проб. Максимальне значення (95 кл./г) виділено однократно. Решта показники варіювали від 0,4 кл./г до 3 кл./г. З липня по грудень 2006 г. бактерії висіли в 100% проб. Діапазон коливання численності складав від 45 кл./г до 450 кл./г. Тенденція до зростання числа бактерій на ст. 2, з липня по грудень 2006 г., по-видимому, обумовлена виниклим тут скопленням аллохтонної органіки, в тому числі і нафтопродуктів. В цей сезон, безпосередньо на території станції, розбили стоянку прогулочних моторних лодок і скутерів, паралельно, в районі пляжної зони, побудували літній бар, що значно посилює антропогенне вплив на цю ділянку. Далішні визначення показали збереження високих показників кількісного вмісту сульфатредуруючої мікрофлори. По спостереженням [3], поблизу населених пунктів, незважаючи на недостатню аерацію і інтенсивний

водообмен, в коралловых песках мелководных лагун на рифах активно происходил процесс восстановления сульфатов. Увеличение содержания данных бактерий является сигналом ухудшения экологической обстановки исследуемых районов, так как сероводород и сульфиды являются важным регулятором кислородного режима и окислительно-восстановительных условий в морской среде. Высокая токсичность сероводорода для гидробионтов существенным образом влияет на состав и жизнедеятельность морской биоты.

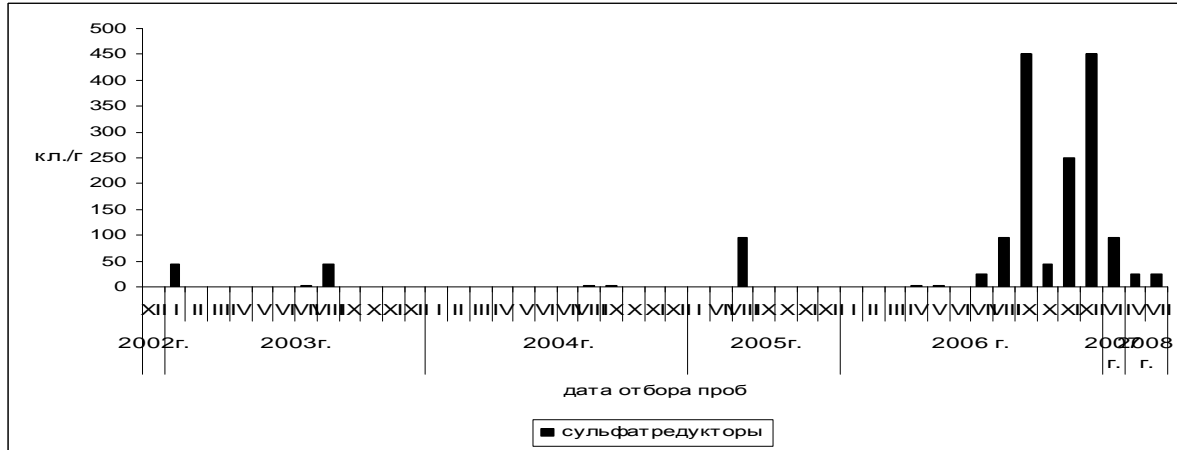


Рис. 4. Численность сульфатредуцирующих бактерий в прибрежных наносах ст. 2

В целом, численность бактерий на ст. 1 превышает показатели ст. 2. Очевидно, близость действующего причала с неизбежным загрязнением нефтепродуктами и постоянный сброс сточных вод является дополнительным источником органического вещества аллохтонного происхождения на этой станции. Характерно отсутствие сезонных колебаний численности.

Выводы

Наблюдаемая группа бактерий выделена повсеместно, однако рост сульфатредуцирующих бактерий получен не во всех пробах. Разница в количественных показателях достигает несколько порядков: в донных осадках – от 0,7 кл./г до $1,5 \cdot 10^4$ кл./г, в прибрежных наносах – от 0,4 кл./г до $9,5 \cdot 10^3$ кл./г.

1. Бурдиян Н.В. Анаэробная микрофлора донных осадков Севастопольских бухт (Черное море) / Н.В. Бурдиян // Экология моря – 2004. – Вып. 66. – С. 22 – 24.
2. Иванов В.А. Гидролого-гидрохимический режим севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / В.А. Иванов, Е.И. Овсяный, Л.Н. Репетин [и др.]. – МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2006. – 91 с.
3. Сорокин Ю.И. Роль бактерий в жизни водоёмов / Ю.И. Сорокин – М.: Знание, 1974. – 63 с.

Н.В. Бурдіян

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СУЛЬФАТРЕДУКУЮЧА МІКРОФЛОРА ПРИБЕРЕЖНОЇ АКВАТОРІЇ РЕГІОНУ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Приведено дані про чисельність сульфатредукуючої групи бактерій у донних осадах і прибережних наносах акваторії Севастополя. Досліджувані бактерії виділені повсюдно. Різниця в показниках чисельності досягає кілька порядків: у донних осадах – від 0,7 кл./г до $1,5 \cdot 10^4$ кл./г, у прибережних наносах – від 0,4 кл./г до $9,5 \cdot 10^3$ кл./г.

Ключові слова: прибережні наноси, донні осади, сульфатредукуючі бактерії

N.V. Burdiyan

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE SULPHATREDUCING GROUPS BACTERIA IN BOTTOM SEDIMENTS AND IN LITTORAL DEPOSITS OF AQUATORIA OF SEVASTOPOL (BLACK SEA)

The data on number of sulphatreducing bacteria in bottom sediments and in the littoral line deposits of Sevastopol are given. The researched bacteria allocated everywhere. The difference in parameters of

number of bacteria reaches (achieves) the several orders of: in bottom sediments – from 0,7 cell/g up to $1,5 \cdot 10^4$ cell/g, in the littoral line deposits – from 0,4 cell/g to $9,5 \cdot 10^3$ cell/g.

Key words: littoral line deposits, bottom sediments, sulphatreducing bacteria

УДК 594.1(262.5)

А.Ю. ВАРИГИН

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

АЛЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ABRA OVATA* (PHILIPPI, 1836) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Изучены особенности аллометрических соотношений у двустворчатого моллюска *Abra ovata*. Приведены параметры уравнений регрессии для перехода от размерных характеристик моллюска к весовым. Определена доля массы раковины в общей массе моллюска, а также содержание сухого вещества в сырых мягких тканях.

Ключевые слова: аллометрия, Abra ovata, масс-размерные соотношения

Двустворчатый моллюск *Abra ovata* (Philippi, 1836) широко распространен в Черном, Азовском и Каспийском морях. Он выдерживает опреснение до 5‰, устойчив к дефициту кислорода и является типичным представителем бентоса рыхлых грунтов приустьевых районов моря, а также многих лиманов северо-западного Причерноморья [2]. Кроме того, *A. ovata* служит излюбленным пищевым объектом для многих видов рыб [6]. Кормовая ценность этого моллюска значительно выше, чем у других двустворчатых. Содержание липидов в мягких тканях *A. ovata* колеблется от 1,4% до 2,98%, что в три раза выше, чем у *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790) и в пять раз больше, чем у *Cerastoderma lamarcki lamarki* (Reeve, 1844) [4].

Цель данной работы состоит в том, чтобы определить показатели масс-размерных соотношений *A. ovata* и выяснить характер аллометрических соотношений между параметрами массы различных частей тела моллюска.

Материал и методы исследований

Для детального изучения аллометрических характеристик *A. ovata* выбран Сухой лиман, расположенный в 20 км к юго-западу от Одессы. До 1957 г. лиман был отделен от моря песчаной косой и использовался как рыбохозяйственный водоем. Затем он был соединен с морем судоходным каналом и в южной глубоководной его части был сооружен порт и судоремонтный завод [5]. Вторая часть лимана, находящаяся севернее паромной переправы, представляет собой мелководный бассейн, вытянутый в северо-западном направлении. Здесь преобладают глубины 1–2 м, а грунты представлены черными илами. Соленость воды в этой мелководной части лимана колеблется в пределах от 12,8‰ до 14,3‰, что соответствует оптимуму для роста и развития *A. ovata* [7].

Пробы отбирали в феврале 2007 г. в прибрежных районах мелководной части лимана с помощью рамки размером 20x20 см, обтянутой мельничным газом. Моллюсков собирали на илистом грунте на глубине 1,5 м. Собранный материал промывали через набор сит с минимальным размером ячеек 1 мм. Затем моллюсков в живом виде доставляли в лабораторию и проводили стандартные морфометрические измерения. Высоту раковины измеряли с точностью до 0,1 мм, общую массу моллюска, массу раковины сырых и сухих мягких тканей определяли с точностью до 0,001 г. Полученные данные представляли в виде степенных уравнений вида:

$$Y = a \cdot X^b, \quad (1)$$

где: a и b – эмпирические коэффициенты.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных измерений получен ряд степенных уравнений, связывающих высоту раковины *A. ovata* с показателями общей массы моллюска, массы раковины, а также массы сырых и сухих мягких тканей. Высота раковины изученных моллюсков была в пределах от 4,0 мм до 10,2

мм. Размах колебаний показателей общей массы моллюсков составлял 0,054–0,312 г, массы раковины – 0,014–0,093 г, массы сырых и сухих мягких тканей – 0,012–0,094 г и 0,002–0,019 г соответственно. Параметры этих уравнений представлены в табл. 1. Показатели массы моллюсков очень тесно связаны с высотой их раковины, так как коэффициенты корреляции уравнений (1) находятся в пределах от 0,90 до 0,99. Кроме того, стандартная ошибка этих уравнений регрессии во всех случаях составляет от 0,065 до 0,212. Связь между массой раковины, массой сырых и сухих мягких тканей с одной стороны и высотой раковины, а с другой, характеризуется небольшой степенью отрицательной аллометрии, граничащей с изометрией. Отрицательная аллометрия наблюдалась лишь в случае соотношений между общей прижизненной массой и высотой раковины моллюска, так как здесь степенной коэффициент уравнения (1) значимо ($p=0,95$) был меньше 3. В остальных случаях эти коэффициенты статистически не отличаются от 3 ($p=0,95$) и составляют от 2,858 до 2,984 (табл. 1). Различия наблюдаются лишь по коэффициенту a уравнения (1).

Таблиця 1

Параметры зависимости общей массы моллюска, массы раковины, массы сырых и сухих мягких тканей от высоты раковины *A. ovata*

Показатель	a	S.e. a	b	S.e. b	r
Общая масса	$5,8 \cdot 10^{-4}$	0,0603	2,7214	0,0302	0,9945
Масса раковины	$1,2 \cdot 10^{-4}$	0,3226	2,8945	0,1493	0,9769
Масса сырых тканей	$9,5 \cdot 10^{-5}$	0,4628	2,9835	0,2142	0,9565
Масса сухих тканей	$2,4 \cdot 10^{-5}$	0,6770	2,8576	0,3134	0,9067

Примечания: a и b – коэффициенты уравнения (1), где X – высота раковины, Y – параметры массы; S.e. a и S.e. b – стандартные ошибки коэффициентов a и b , r – коэффициент корреляции.

Особый интерес представляет изучение параметров уравнения (1), когда в качестве аргумента выступает не высота, а общая масса моллюсков. В этом случае можно оценить зависимости массы раковины, а также массы сырых и сухих мягких тканей от общей массы моллюска. Параметры соответствующих уравнений представлены в табл.

Таблиця 2

Параметры зависимости массы раковины, массы сырых и сухих мягких тканей от общей массы моллюска *A. ovata*

Показатель	a	S.e. a	b	S.e. b	r
Масса раковины	0,3368	0,0612	1,0705	0,0364	0,9897
Масса сырых тканей	0,3532	0,1141	1,1013	0,0681	0,9673
Масса сухих тканей	0,0643	0,1694	1,0678	0,1011	0,9280

Примечание: условные обозначения те же, что и табл. 1.

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о тесной взаимосвязи массы раковины, массы сырых и сухих мягких тканей с общей массой моллюска (коэффициенты корреляции уравнений близки к 1). Стандартная ошибка для этих уравнений во всех случаях составляет от 0,067 до 0,188. Степенные коэффициенты b в уравнениях зависимости массы раковины, массы сырых и сухих мягких тканей от общей массы моллюска значимо не отличаются от 1 ($p=0,99$).

Известно, что для некоторых черноморских двустворчатых моллюсков связь массы раковины с общей сырой массой животного соответствует слабо положительной аллометрии, граничащей с изометрией. Так, в работе [1] для четырех массовых видов черноморских двустворок приведены следующие значения коэффициентов b соответствующих уравнений регрессии: *Chamelea gallina* – 1,01; *Gouldia minima* – 1,01; *Modiolus phaseolinus* – 1,031; *Mytilus galloprovincialis* – 1,034. Таким образом, полученное для *Abra ovata* значение степенного коэффициента $b=1,07$, вписывается в ряд приведенных выше значений для других видов. По-видимому, это явление у двустворчатых моллюсков носит универсальный характер.

Полученные характеристики *A. ovata* были сопоставлены с данными, приведенными в литературе для этого вида, обитающего в Каспийском море. Так, доля массы раковины в общей сырой массе у черноморских *A. ovata* колеблется от 25,9% до 34,1%. У моллюсков из Каспийского моря эта доля достигает 40,6% [3]. Доля массы сырых мягких тканей в общей массе у изученных *A. ovata* колеблется от 21,9% до 36,3%, а у каспийских моллюсков составляет 17,3% [3]. Доля сухих мягких тканей в общей массе у *A. ovata* колеблется от 3,7 до 7,1 %. У каспийских *A. ovata* этот показатель составляет в среднем 4,8% [3]. Содержание сухого вещества в мягких тканях у изученных моллюсков составляет 19,32%. У *A. ovata* из Каспийского моря этот параметр не превышает 16,3% [3].

Выводы

С помощью полученных уравнений масс-размерных соотношений можно при необходимости с высокой степенью точности переходить от размерных характеристик *A. ovata* к весовым, что, в свою очередь, позволяет оперативно проводить оценку продукционного потенциала данного вида в конкретных условиях обитания.

1. Заика В.Е. Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков / В. Е. Заика // Морск. экол. журн. – 2004. – Т. 3, № 1. – С. 47–49.
2. Золотарев П.Н. Исследование структуры донного сообщества западной части Азовского моря с помощью метода экологических аномалий в бентали морских водоемов / П.Н. Золотарев, Н.М. Литвиненко, А.С. Терентьев. – ЮГНИРО, 1995. – Вып. 41. – С. 68–71.
3. Иванова Л.М. Размерно-весовые показатели массовых видов моллюсков Северного Каспия / Л.М. Иванова // Тр. молодых ученых ВНИРО. – 1970. – Вып. 3. – С. 93–106.
4. Махмудов А.М. О химическом составе бентоса Среднего и Южного Каспия / А.М. Махмудов // Зоол. журн. – 1964. – Т. 43, вып. 9. – С. 1265–1275.
5. Синегуб И.А. Макрозообентос Сухого лимана и смежной части Черного моря / И.А. Синегуб // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – Вып. 1(6). – С. 338–345.
6. Kevrekidis T. Population dynamics, growth and productivity of *Abra ovata* (Mollusca, Bivalvia) in the Evros Delta (North Aegean Sea) / Kevrekidis T., Koukouras A. // Int. Rev. Gesamit. Hydrobiol. – 1992. – Vol. 77, N 2. – P. 291–302.
7. Nicolaidou A. The growth of *Abra ovata* in a brackish water lagoon / A. Nicolaidou, M. Kostaki-Apostolopoulou // Vie Mar. – 1988. – N 9. – P. 7–10.

А.Ю. Варігін

Одесская филия Института биологии южных морей НАН Украины

АЛОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА *ABRA OVATA* (PHILIPPI, 1836) В УМОВАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Вивчені особливості алометричних співвідношень у двостулкового моллюска *Abra ovata*. Приведені параметри рівнянь регресії для переходу від розмірних характеристик моллюска до вагових. Визначена частка маси черепашки від загальної маси моллюска, а також вміст сухої речовини в сирих м'яких тканинах.

Ключові слова: алометрия, *Abra ovata*, розмірно-масові співвідношення

А.Ю. Varigin

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

ALLOMETRIC DESCRIPTIONS of BIVALVE *ABRA OVATA* (PHILIPPI, 1836) IN THE CONDITIONS OF NORTH-WESTERN PART of BLACK SEA

The features of allometric correlations are studied for a bivalve mollusk *Abra ovata*. The parameters of regression equalizations for passing from size to weight descriptions of mollusks are resulted. The stake of shells mass in general mass of mollusks, and also maintenance of dry matter in soft tissue are definite.

Key words: allometry, *Abra ovata*, masses-size correlations

УДК [574.578:627.25][262.5]

Т.В. ВИТЕР

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

БЕНТОСНЫЕ СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАВАНИ (СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БУХТА, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Изучены таксономический состав, трофическая структура, а также количественные характеристики сообществ макрозообентоса возле малого пирса и волнолома Нефтегавани.

Ключевые слова: макрозообентос, гидротехнические сооружения, Нефтегавань, таксономический состав, трофическая структура

Гидротехническое строительство является составляющей частью антропогенного воздействия на прибрежную зону. Берегозащитные сооружения приостанавливают оползни и абразивные процессы, однако они нарушают природные условия узкой прибрежной зоны. Траверы и волноломы изменяют систему прибрежных морских течений и приводят к созданию полузамкнутых акваторий с ограниченным водообменом там, где раньше регулярно происходила смена водных масс [6]. При этом происходит разрушение естественных донных биоценозов в местах строительства.

Нефтегавань находится в вершине Севастопольской бухты, она отгорожена от остальной акватории молом. Здесь с 1903 г. функционирует нефтебаза, что сформировало своеобразную экосистему акватории [8].

Следует отметить недостаточность имеющейся информации о влиянии гидротехнических сооружений (ГТС) на состояние бентосных сообществ прилегающих участков акватории. Отдельные работы по изучению макрозообентоса вблизи ГТС содержат противоположные выводы [2, 7].

Целью работы является изучение разнообразия и структурных характеристик сообществ макрозообентоса на участках, расположенных в районе ГТС Нефтегавани (малого пирса и волнолома).

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили пробы макрозообентоса, отобранные в апреле и августе 2009 г. в районе ГТС Нефтегавани. В апреле 2009 г. пробы отбирали на 6 станциях, удалённых на 20 м (станции 4-6) от малого пирса и 10 м (станции 7-9) от волнолома, расположенных в Нефтегавани. На станциях 4, 8, 9 глубина составляла 3 м, на станциях 5-7 – 4 м. В августе 2009 г. пробы отбирались на 6 станциях, расположенных на расстоянии 2 м от малого пирса (станции 1-3) и от волнолома (станции 10-12). На всех станциях глубина составляла 3 м. Пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,038 м² в трёх повторностях. Донный осадок промывали через сито с диаметром отверстий 1 мм и фиксировали этанолом (96⁰). Определяли видовой состав по [6], численность и сырой вес организмов макрозообентоса (фиксированных спиртом).



Рис. 1. Схема станций отбора проб в Нефтегавани возле ГТС

Взвешивание двустворчатых моллюсков проводили после их вскрытия и удаления фиксирующего раствора из мантийной полости. В программе DIVERSE пакета PRIMER-5 выполнен расчёт индексов разнообразия Шеннона по биомассе (использован логарифм по основанию 2), выравнивания Пиелоу.

Результаты исследований и их обсуждение

Район пирса. На станциях в районе малого пирса нами обнаружен 41 вид макрозообентоса, в числе которых 7 видов *Bivalvia*, 11 – *Gastropoda*, 9 – *Malacostraca*, 11 – *Polychaeta*. На участках, прилегающих к пирсу, по численности преобладали брюхоногие моллюски (49,0%), а по биомассе – двустворчатые (97,1%). На расстоянии 20 м от пирса как по численности, так и по биомассе преобладали брюхоногие моллюски (соответственно 60,9 и 88,1%). Основной вклад в численность бентоса у пирса вносили *Mytilaster lineatus*, *Rissoa membranacea* и *Mytilus galloprovincialis*, на расстоянии 20 м от него – *Hydrobia acuta* и *M. lineatus*. По биомассе у пирса преобладал *M. galloprovincialis*, а на удалении от него – *Rapana venosa*. Структура донных сообществ на участках у пирса была в целом характерна для района Нефтегавани [1, 4].

Средняя численность макрозообентоса на станциях 1-3, прилегающих к пирсу (2966 экз./м²), была в несколько раз ниже, чем на станциях 4–6, удалённых от пирса на 20 м (9981 экз./м²). Средняя биомасса бентоса у пирса (1751,2 г/м²) в несколько раз превышала таковую на удалённых участках (543,4 г/м²). Видовое богатство, индексы выравненности и Шеннона (по биомассе) были выше на участках, удалённых от пирса (табл. 1). Снижение индекса выравненности Пиелоу и индекса Шеннона по биомассе на станции 6 можно объяснить доминированием *R. venosa* (по биомассе).

Таблиця 1

Количественные характеристики и показатели разнообразия сообществ макрозообентоса возле пирса, 2009 г.

№ станции	Число видов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Индекс выравненности (Пиелоу)	Индекс Шеннона (по биомассе)
1	24	3944	788,2	0,15	0,67
2	19	3682	4344,7	0,04	0,17
3	22	1268	120,7	0,43	1,94
4	24	11926	97,0	0,55	2,53
5	26	6153	46,9	0,61	2,85
6	27	11863	1486,1	0,15	0,72

Трофическая структура макрозообентоса представлена на рис. 2. По численности на всех участках преобладали детритофитофаги (соответственно 62,4% и 75,3%). По биомассе у пирса преобладали сестонофаги (96,8%), а на удалении от него – плотоядные (82,9%), что может свидетельствовать о большем загрязнении донных осадков этого участка.

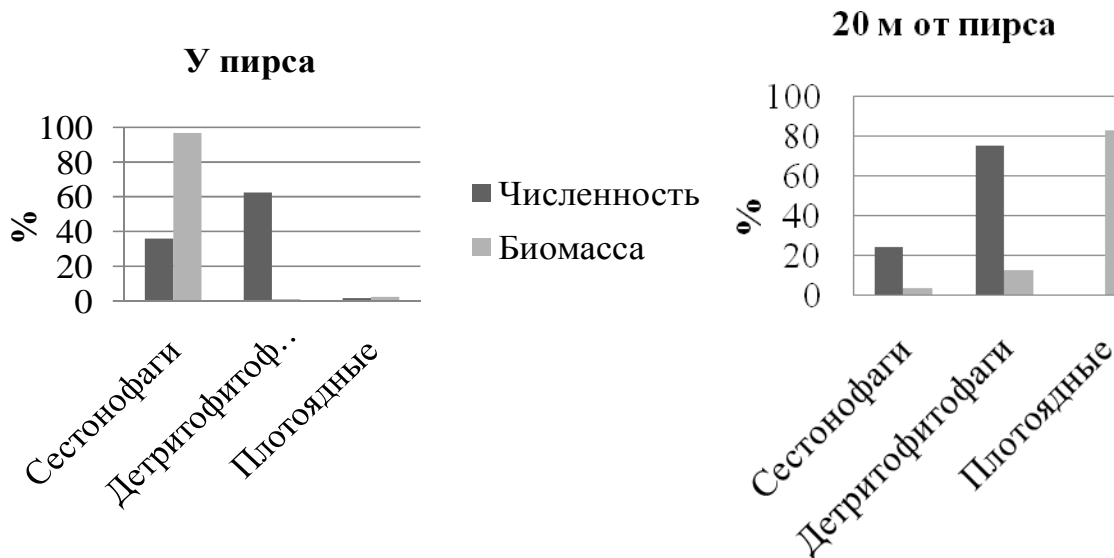


Рис. 2. Трофическая структура макрозообентоса возле пирса

Район волнолома. На станциях в районе волнолома нами обнаружено 38 видов макрозообентоса, в числе которых 7 видов Bivalvia, 10 – Gastropoda, 7 – Malacostraca, 13 – Polychaeta. По численности у волнолома преобладали двустворчатые моллюски (65,5%), а на расстоянии 10 м от него – брюхоногие (43,8%). По биомассе на всех участках в районе волнолома преобладали двустворчатые моллюски (91,3% и 93,5% соответственно).

Основной вклад в численность бентоса на участках у волнолома вносили *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*., на расстоянии 10 м от волнолома – *Bittium reticulatum*, *Heteromastus filiformis*, *M. lineatus* и *Hydrobia acuta*. По биомассе в районе волнолома преобладал *M. galloprovincialis*. Структура сообществ макрозообентоса на исследованных участках в районе волнолома также в целом характерна для района Нефтегавани [1, 4].

Средняя численность макрозообентоса на станциях 10–12, прилегающих к волнолому (2283 экз./м²), была ниже, чем на станциях, удалённых от волнолома на 10 м (3532 экз./м²). Средняя биомасса на станциях у волнолома (996,8 г/м²) несколько превышала таковую на удалённых участках (939,4 г/м²). Видовое богатство, индексы выравненности, а также индексы видового разнообразия Шеннона по биомассе были выше на удалённых от волнолома станциях (табл. 2).

Снижение индекса выравненности Пieloу и индекса Шеннона по биомассе на станции 7 можно объяснить доминированием *M. galloprovincialis* (по биомассе).

Таблиця 2

Количественные характеристики и показатели разнообразия сообществ макрозообентоса возле волнолома, 2009 г.

№ станции	Число видов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Индекс выравненности (Пieloу)	Индекс Шеннона (по биомассе)
7	27	3794	2680,8	0,05	0,24
8	22	2786	41,6	0,51	2,27
9	21	4016	95,8	0,51	2,24
10	16	877	1916,7	0,10	0,41
11	18	772	170,9	0,27	1,13
12	24	5199	902,8	0,27	1,24

Трофический состав сообществ в районе волнолома представлен на рис. 3. У волнолома по численности и биомассе преобладали сестонофаги (соответственно 65,6 и 91,2%). На расстоянии 10 м от волнолома по численности преобладали детритофитофаги (76,8%), а по биомассе – сестонофаги (96,1%). Увеличение доли сестонофагов на станциях возле волнолома связано с доминированием по биомассе *M. galloprovincialis*.

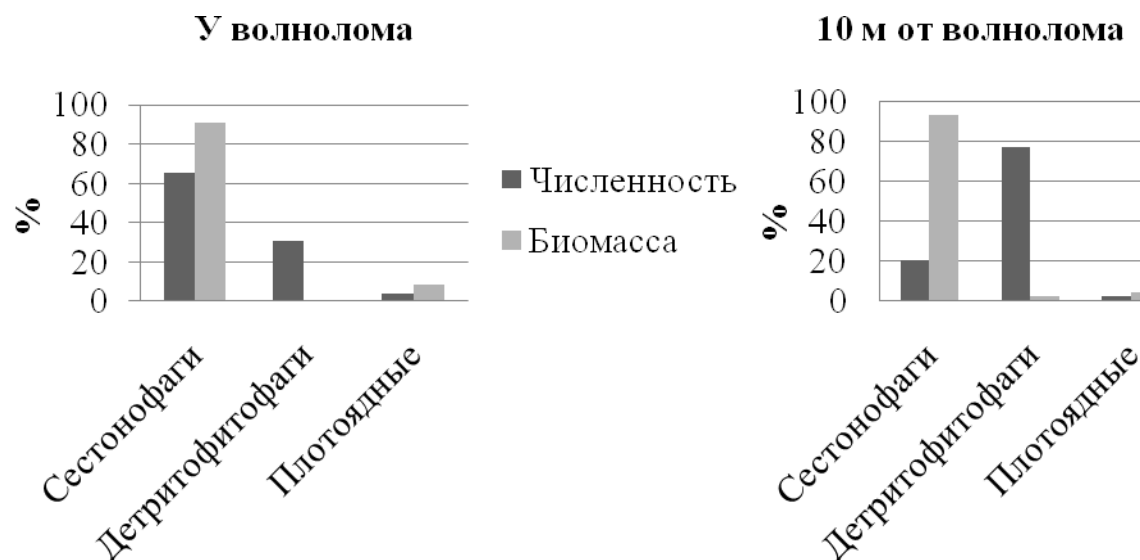


Рис. 3. Трофическая структура макрозообентоса возле волнолома

Выводы

1. В районе малого пирса Нефтегавани по численности преобладали брюхоногие моллюски (детритофитофаги). По биомассе у пирса преобладали митилиды (организмы-фильтраторы), а на расстоянии 20 м – брюхоногие (хищники).
2. На участках у волнолома основной вклад в численность вносили двустворчатые (митилиды), а на расстоянии 10 м от него – брюхоногие моллюски (детритофитофаги). По биомассе на всех исследованных участках преобладали митилиды.
3. Средняя численность макрозообентоса, показатели видового богатства, видового разнообразия Шеннона (по биомассе) и выравненности Пieloу были выше на станциях, удалённых от пирса и волнолома на 10-20 м. Средняя биомасса бентоса наоборот, была выше на участках, прилегающих к исследованным ГТС.

1. Витер Т.В. Макрозообентос гидротехнических сооружений Нефтегавани (Севастопольская бухта, Чёрное море) / Т.В. Витер // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 28–33.
2. Лосовская Г.В. Сравнение видового состава и количественного развития полихет обрастания и бентоса на примере Одесского порта / Г.В. Лосовская, И.А. Синегуб, А.А. Рыбалко // Морск. экол. журн. – 2004. – № 3. – С. 5–58.
3. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: [сб. научн. тр.]– К.: Наук. думка, 1972. – Т.3. – 340 с.

4. Оценка экологического качества портовых акваторий региона Севастополя по характеристикам сообществ макрозообентоса: [сб. научн. тр. «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа»] / научн. ред. С.В. Алёмов. – 2009. – №18. – С. 19–29.
5. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя: [сб. науч. тр. / научн. ред. О.Г. Миронова]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 192 с.
6. Синегуб И.А. Донные сообщества 1984 – 2002 гг. / И.А. Синегуб. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 278–286.
7. Терентьев А.С. Состояние донного сообщества в Керченском торговом порту / Терентьев А.С., Литвиненко Н.М. – режим доступа к журналу: <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-chernogo-morya-2003/1437.html>.
8. Mironov O.G. Perspectives of using of marine polluted water cleaning hydrobiological method for sanitation and improvement of the coastal aquatoria state / O.G. Mironov, T.L. Schekaturina, S.V. Alyomov [et al.] // 2th Int. Conf. "Oil spills in the Mediterranean and Black Sea regions". 31 Oct.-3 Nov., 2000, Istanbul. – Istanbul, 2000. – P. 187–195.

T.B. Viter

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

БЕНТОСНІ УГОРУПОВАННЯ В РАЙОНІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НАФТОГАВАНІ (СЕВАСТОПОЛЬСЬКА БУХТА, ЧОРНЕ МОРЕ)

Визначено таксономічний склад, трофічна структура, а також кількісні характеристики угруповань макрозообентосу біля малого пірсу, а також хвилерізу Нафтогавані.

Ключові слова: макрозообентос, гідротехнічні споруди, Нафтогавань, таксономічний склад, трофічна структура

T.V. Viter

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

BENTHOS ASSOCIATIONS ARE IN DISTRICT OF HYDROTECHNICAL BUILDINGS OF OIL HARBOR (SEVASTOPOL BAY, BLACK SEA)

Taxonomic composition, trophic structure and quantitative characteristics of macrozoobenthic communities near pier and breakwater of Oil harbor were studied.

Key words: macrozoobenthos, Oil harbor', taxonomical composition, trophic structure

УДК [614.76:665.633.002.35]

С.С. ГАРКАВИЙ¹, П.Д. ПАПАПРЕПОНІС²

¹Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
пр-т Перемоги, 34, Київ

²Університет Аристотеля, Салоніки 54124, Греція

ОЦІНКА ВПЛИВУ МЕТИЛ ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЕФІРУ НА ІНДИКАТОРНІ МІКРООРГАНІЗМИ МОРСЬКОЇ ВОДИ

Встановлено, що метил трет-бутиловий ефір пригнічує розвиток сапрофітної мікрофлори морської води за винятком бактерій групи кишкової палички. Вплив ефіру на останні виявився стимулюючим і сприяв розвитку бактерій.

Ключові слова: метил трет-бутиловий ефір, вода, мікроорганізми

Наприкінці ХХ-го та на початку ХХІ-го ст. у більшості розвинених країн світу залишається актуальною проблема охорони атмосферного повітря населених пунктів від забруднення вихлопними газами автомобільного транспорту. Для подолання цієї проблеми у Сполучених Штатах Америки (США) ще в 70-ті роки ХХ-го ст. для підвищення якості бензину почали широко використовувати метил трет-бутиловий ефір (МТБЕ), світові потреби у якому вже на початку ХХІ ст. досягли 22 млн. тон на рік у більшості розвинених країн [1]. Такий спосіб підвищення якості бензину для зменшення забруднення атмосферного повітря великих міст вихлопними газами автомобільного транспорту призвів до забруднення МТБЕ джерел водопостачання на території США. Згідно даних багатьох дослідників сліди МТБЕ знаходять у воді джерел водопостачання

окрім США у Канаді, Англії, Уельсі, Нідерландах, Німеччині, Італії та інших країнах [2, 3]. Автори наукових публікацій стверджують, що забруднення ефіром ґрунтів, підземних вод і води поверхневих водойм відбувається за рахунок протікання бензосховищ та розливів на заправних станціях, релізу під час виробництва МТБЕ та змішування оксигенатора з бензином, а також його транспортування. Забруднення МТБЕ поверхневих водойм в основному є результатом судноплавства [4].

Оскільки МТБЕ має високу розчинність у водному середовищі, низький ступінь розкладання та тривалу персистентність, особливо у ґрунтовій воді, його неможливо видалити з води традиційними методами водоочищення [5–7]. Дані наукової літератури свідчать про небезпеку МТБЕ, особливо високих концентрацій, для здоров'я людини та несприятливий вплив на екологію довкілля [8, 9]. Наразі майже відсутнє офіційне регулювання максимально допустимих концентрацій МТБЕ у питній воді. Агенство захисту довкілля США встановило рекомендований рівень МТБЕ у воді – 20–40 мкг/дм³ та внесло ефір до списку кандидатів на показник максимального рівня забруднення (МРЗ) у воді [10]. Дослідженнями канадських вчених показано, що кількість МТБЕ у воді нормується на основі досягнення “естетичної мети” (aesthetic objective) з граничною концентрацією (лімітуючий показник – запах) на рівні 15 мкг/дм³ [11]. У Європі донині тільки в Данії встановлено показник порогової концентрації МТБЕ у питній воді – 30 мкг/дм³. Інші Європейські держави дискутують щодо встановлення максимальних концентрацій для МТБЕ у воді [12]. В Україні документ щодо регулювання якості питної води, «Держстандарт на питну воду» знаходиться в стадії оновлення. Показник гранично допустимої концентрації (ГДК) МТБЕ розглядається на рівні 15 мкг/дм³.

Метою роботи було дослідження та гігієнічна оцінка впливу МТБЕ на санітарно-показову мікрофлору морської води.

Матеріал і методи досліджень

Метил трет-бутиловий ефір (МТБЕ) – хімічна сполука органічного походження, аліфатичний ефір. Вплив ефіру на мікрофлору морської води вивчали у місті Салоніки, другому після Афін за величиною морському порту у Греції, що має значне транспортне навантаження. Вода термальної затоки припортової зони Егейського моря міста Салоніки внаслідок цього значно забруднюється продуктами бензину. Дослідження проводились на базі Університету Аристотеля в лабораторії гігієни у м. Салоніки, де протягом 4 місяців оцінювали мікробіологічні показники морської води методом мембранної фільтрації [13].

Збір води з припортової зони термального заливу Егейського моря міста Салоніки здійснювали протягом 4 місяців з періодичністю 1 раз на тиждень. Під час забору проб враховувалися погодні умови та мікрокліматичні показники. Для забору води використовувався батометр ємністю 1 дм³. Зібрану воду доставляли у мікробіологічну лабораторію, де відбувалося приготування робочих розчинів та їх посів на поживні середовища. Для приготування розведень морської води використовувалася пептонна вода, підготовлена та простерилізована при температурі 110°C. Робочі розчини готували з чистого МТБЕ, придбаного в компанії хімічних реактивів MERCK, з використанням стерилізованої безаміачної води. Шляхом підбору було обрано 10% розчин морської води, який потім розливався у 6 колб та змішувався з МТБЕ відповідної концентрації (№ 1 контроль, № 2 – 0,015 мг/дм³, № 3 – 0,15 мг/дм³, № 4 – 1,5 мг/дм³, № 5 – 15 мг/дм³, № 6 – 150 мг/дм³). Робочий розчин води (100 см³) пропускали через мембранний фільтр, який згодом сіяли на поживне середовище. 1 см³ робочого розчину забирали дозатором для визначення загального мікробного числа (ЗМЧ). Окрім ЗМЧ визначали індекс бактерій групи кишкової палички (БГКП), індекс фекальних коліформ (ФК), кількість фекальних стрептококів (ентерококів) та псевдомонад (*P. aeruginosa*). Після посіву проби ставили у термостати з температурою 36,7°C та 44°C на 24 год. та 48 год. залежно від вимог до методики визначення конкретної культури мікроорганізмів. Час від забору води до її обробки та посіву на поживні середовища не перевищував 2 год. Результати дослідів враховували після 24 год. для БГКП та ФК, та через 48 год. для ЗМЧ, ентенококів та псевдомонад. Кількість повторювань експерименту склало 10.

Результати досліджень та їх обговорення

При дослідженні поведінки МТБЕ у водному середовищі було встановлено, що ефір по-різному впливає на водну мікрофлору моря (рис.1).

Дані рис. 1 свідчать про помітно незначну тенденцію до пригнічення росту загальної чисельності сапрофітних мікроорганізмів (ЗМЧ) прямопропорційно концентрації внесеного до робочого розчину МТБЕ окрім проби № 5 (15 мг/дм³), де показник дещо вищий, ніж № 4 (1,5

мг/дм³). Різниця між контрольною пробою та пробою з найвищою концентрацією МТБЕ складає 0,43 (-18,14%).

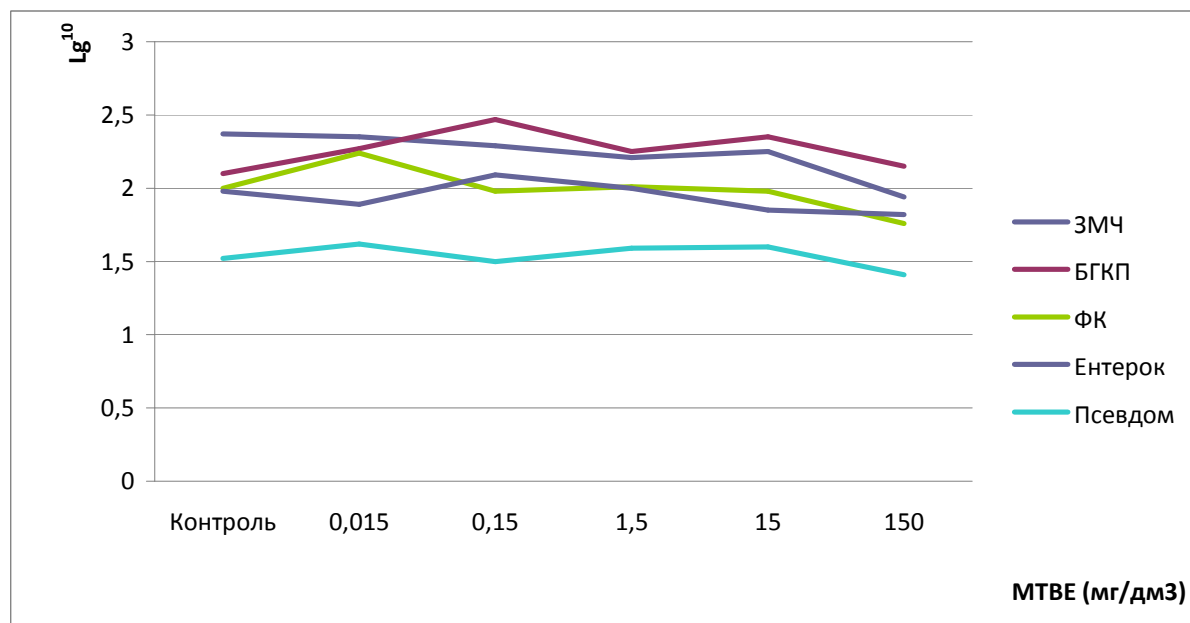


Рис. 1. Вплив метил трет-бутилового ефіру на сапрофітну мікрофлору морської води

Оцінюючи показник індексу БГКП, можна відзначити, що МТБЕ, навпаки, є стимулюючим фактором росту бактерій. Усереднені дані контрольної проби показують найнижче значення в цій групі, а найбільші значення показника БГКП мали місце у пробах № 3 (0,15 мг/дм³) та № 5 (15 мг/дм³) – 2,47 (+17,62%) та 2,35 (+11,91%) відповідно. одночасно при максимальній концентрації МТБЕ відмічається зниження росту мікроорганізмів майже до показників контрольної проби – 2,15 (+2,38%). Найменше значення показника у максимальній концентрації МТБЕ склало 1,76 (-12%), найбільше – у концентрації МТБЕ 0,015 мг/дм³ – 2,27 (+12%). Значення показників групи фекальних стрептококів (ентерококів) вказують на змішаний вплив МТБЕ на цю групу мікроорганізмів. Так, дані проб № 2, № 5 та № 6 свідчать про пригнічувальну дію, особливо максимальної досліджуваної концентрації МТБЕ 150 мг/дм³ – 1,89 (-4,54%), 1,85 (-6,57%) та 1,82 (-8,08%) відповідно. Разом з тим, за концентрації МТБЕ 0,15 мг/дм³ (проба № 3) показник кількості ентерококів порівняно з контролем був вищим – 2,09 (+5,56%). Показники кількості псевдомонад свідчать про помітне пригнічення росту мікроорганізмів, яке відмічається під впливом максимальної концентрації МТБЕ – 1,41 (-7,24%), а найвищий приріст бактерій був у другій групі – 1,62 (+ 6,58%), четвертій – 1,59 (+ 4,61%) та п'ятій – 1,6 (+5,26%) порівняно з контролем.

Висновки

1. Метил трет-бутиловий ефір у високих концентраціях (150 мг/дм³) пригнічує діяльність майже всіх досліджуваних мікроорганізмів морської води, за винятком бактерій групи кишкової палички.
2. У всіх досліджуваних концентраціях МТБЕ не тільки не пригнічує, а, навпаки, стимулює ріст бактерій групи кишкової палички, що може вказувати на наявність у складі досліджуваної хімічної сполуки поживних компонентів для цієї групи мікроорганізмів.
3. Експеримент, проведений з морською водою, може дещо знизити релевантність отриманих даних щодо прісних водойм.

1. US EPA, 1988. Guidance on estimating motor vehicle emission reductions from the use of alternative fuels and fuel blends. – Report No. EPA-AA-TSS-PA-87-4, Ann,Arbor. ML.
2. Klinger J. MTBE (methyl tertiary-butyl ether) in groundwaters: monitoring results from Germany / J. Klinger, C. Stieler, F. Sacher, H.J. Brauch // J. Environ. Monitoring. – 2002. – N 4. – P. 276–279.
3. Schmidt T.C. Use and occurrence of fuel oxygenates in Europe / T.C. Schmidt, E. Morgenroth, M. Schirmer [et al.] / Diaz A.F., Drogos D.L. (Eds.) / Oxygenates in Gasoline: Environmental Aspects, ACS Symp. Series 799. ACS. – Washington, DC, 2001. – P. 58–79.
4. Squillace P.J. Review of the environmental behavior and fate of methyl tert-butyl ether (MTBE) / [P.J. Squillace, J.F. Pankow, N.E. Korte, J.S. Zogorski] // J. Environ. Toxicol. Chemistry. – 1997. – Vol.16, N 9. – P. 1836–1844.

5. *ATSDR*. Toxicological profile for methyl *tert*-butyl ether / Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – Atlanta, GA, 1996. – P. 2.
6. *Jeffrey D.* Physical-chemical properties of MTBE and preferred environmental fate and compartmentalization. Paper ENVR 209 / D. Jeffrey // Proceedings of the 213th American Chemical Society National Meeting, Division of Environmental Chemistry, Environmental Fate and Effects of Gasoline Oxygenates. April 13–17. —San Francisco, California. – 1997. – Vol. 37, N 1. – P. 397–399.
7. *Gullick R.W., LeChevalier, M.W.* Occurrence of MTBE in drinking water sources / Gullick R.W., LeChevalier M.W. // J. American Water Works Association. – 2000. – Vol. 92. – P. 100–113.
8. *WHO IARC*. Some Chemicals that Cause Tumours of the Kidney or Urinary Bladder in Rodents and Some Other Substances // Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – 1999. – Vol. 73. – P. 339.
9. *US EPA*. Drinking water advisory: Consumer acceptability advice and health effects analysis on methyl tertiary-butyl ether (MTBE). Washington, DC, US Environmental Protection Agency, (EPA-822-F-97-009). – 1997. – P. 11–13.
10. *US EPA*. MTBE Fact Sheet 1: Overview. – Washington, DC, US Environmental Protection Agency, (EPA 510-F-98-001). – 1998. – P. 2.
11. *Health Canada* Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Methyl Tertiary-Butyl Ether (MTBE), Water Quality and Health Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario. – 2006. – P. 1.
12. *Eaton A.D.*. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater / [A.D. Eaton, L.S. Clesceri, A.E. Greenberg, ed] // American Public Health Association: 1015 Fifteenth Street, NW, Washington, DC. – 1995. – P. 9–74.

С.С. Гаркавий¹, П.Д. Папапрепонис²

¹Національний медический университет ім. А.А. Богомольца, Київ

²Університет Аристотеля, Салоники, Греція

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТИЛ ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА НА ИНДИКАТОРНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ МОРСКОЙ ВОДЫ

Показано, что МТБЭ угнетает развитие сапрофитной микрофлоры морской воды за исключением бактерий группы кишечной палочки. Влияние эфира на последние оказалось стимулирующим и способствовало развитию бактерий.

Ключевые слова: МТБЭ, вода, микроорганизмы

S.S. Garkavyi¹, P.D. Papapreponis²

¹National Medicine University the name of A.A. Bogomol'ts, Kyiv

²University of Aristotle, Saloniki, Greece

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF METHYL TERT-BUTYL ETHER ON INDICATOR MICROORGANISMS OF MARINE WATER

It is showed that MTBE causes inhibition of growth of saprophyte microflora of marine water, except for total coliforms. The influence of ether on mentioned group of microorganisms was stimulative, MTBE promoted the growth of bacteria.

Key words: MTBE, water, microorganism

УДК 574.5:551.46.09:581.526.323.3(262.5)

О.П. ГАРКУША

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

МІКРОФІТООБРОСТАННЯ ЖИВОГО І МЕРТВОГО РОСЛИННОГО СУБСТРАТУ НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Наведені результати дослідження мікрофітообростання живого і мертвого рослинного субстратів. В експерименті, проведеному в природніх умовах, виявлені деякі особливості видового складу, кількісних показників, характеру домінування видів мікрофітообростання на деревині і водоростях-макрофітах.

Ключові слова: обростання, деревина, макрофіти, мікроводорості, Чорне море

Особливості розвитку мікроводоростей обростання залежать від багатьох факторів: типу, форми, структури поверхні субстрату, температури, солоності, концентрації біогенних елементів у середовищі тощо [1, 6, 7, 9, 11]. Крім того, між живим субстратом, зокрема між водоростями-макрофітами та мікроводоростями їх обростання, встановлюються складні біохімічні взаємодії [10].

Метою цієї роботи є вивчення особливостей видового складу та кількісних показників мікроводоростей в обростанні живого і мертвого рослинного субстрату.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом дослідження слугували проби мікрофітообростання, отримані в результаті експерименту, що проводили протягом двох тижнів у травні 2009 р. в акваторії одного з пляжів Одеської затоки. На глибині 1 м від урізу води була експонована установка з пластинами, виготовленими з свіжої деревини (сосна і дуб – мертвий рослинний субстрат) довжиною 12 см, шириною – 6 см і товщиною – 6 мм. З метою видалення з деревини різних смол і дубильних речовин одну частину пластинок деревини витримувалось в морській воді протягом 60 діб, другу частину – 30 діб. Після закінчення експозиції обростання з пластинок ретельно змивали за допомогою щітки. Після цього розпочинали експеримент, в якому як дослідні зразки використані три варіанти дерев'яних пластин: перший – пластини, що знаходились в морській воді протягом 60 діб; другий – 30 діб; третій – пластини з свіжої деревини, що не витримувалися в морській воді. Усі пластини вилучали з установки через 14 діб, обростання мікроводоростей знімали згідно загальноприйнятої методики [4]. Відбиралися проби водоростей-макрофітів: зелених – *E. intestinalis* (L.) Link., *Cladophora vagabunda* (L.) Van-Hoek. і червоної – *Ceramium virgatum* Roth. Всього було відібрано і оброблено 28 проб. Чисельність і біомасу мікроводоростей перераховувалась на площу пластин деревини і на площу поверхні таломів макрофіта, визначену розрахунковим методом [8]. Біомаса мікроводоростей визначалась підрахунком істинних об'ємів клітин [3]. Для ідентифікації діатомових водоростей готували постійні препарати [5].

Результати досліджень і їх обговорення

Зареєстровано 32 види мікроводоростей: 24 з них діатомові, 5 – синьозелені, 3 – зелені. Подібність видового складу мікроводоростей, що обростали деревину і водорості-макрофіти, за індексом Серенсена склала 76%. Найбільша подібність видового складу (79%) зафіксована між водоростями, що обростали соснові і дубові пластини, найменша (44%) – між обростанням соснових пластин і макрофіту *C. virgatum* (табл. 1).

В структурі обростання були такі види мікроводоростей: *Achnanthes brevipes* C. Agardh., *Licmophora gracilis* (Ehrenb.) Grun., *Tabularia fasciculata* (C. Agardh.) D.M. Will., що домінували чисельно і за біомасою і на живому і на мертвому рослинному субстратах. Однак, деякі види, наприклад, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh.) Lange-Bert, *Jochannesbaptistia pellucida* (Dick.) W. K. Taylor, домінували тільки чисельно або за біомасою – *Navicula palpebralis* Breb. і *Pleurosigma angulatum* (J. T. Quekett) W. Sm.

Таблиця 1

Подібність (в %) видового складу мікроводоростей на досліджуваних субстратах

Субстрат	сосна	дуб	<i>E. intestinalis</i>	<i>C. vagabunda</i>
сосна				
дуб	79			
<i>E. intestinalis</i>	63	63		
<i>C. vagabunda</i>	61	67	61	
<i>C. virgatum</i>	44	50	45	50

Деякі види досягали масового чисельності винятково на деревині: *Diatoma elongatum* (Lyngh.) C. Agardh., *D. vulgare* Bory, *Merismopedia minima* Beck., по біомасі – *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reim., *Melosira moniliformis* var. *moniliformis* (O. F. Mull.) C. Agardh., *M. moniliformis* var. *subglobosa* Grun., *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. На водоростях-макрофітах по біомасі домінували *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* Ehrenb., *Diploneis bombus* (Ehrenb.) Cl., *R. abbreviata*, *J. pellucida*.

В результаті досліджень знайдено види мікроводоростей, які виявили специфічність до певного субстрату. Так, діатомові водорості *E. paludosa*, *Plagiotropis lepidoptera* (W. Greg.) Kuntz., *Nitzschia reversa* W. Sm., *N. sigma* (Kutz.) W. Sm. та синьозелені *Chroococcus turgidus* (Kutz.) Nag., *Spirulina tenuissima* Kutz., *Merismopedia minima* Beck. траплялися лише на деревині, а діатомова *D. bombus* – винятково в обростанні водоростей макрофітів. Ймовірно, цей факт пов'язаний з органічними речовинами, які виділяють деревина та водорості-макрофіти.

Показник видового різноманіття (за індексом Шеннона) на мертвому рослинному субстраті коливався від 2,4 до 2,8, а на водоростях–макрофітах – від 0,9 до 2,7. Максимальна величина цього показника відмічена в мікрофітообростанні сосни, а мінімальна – макрофіта *C. vagabunda*.

Середня чисельність мікроводоростей обростання сосни була в 1,8 рази, а біомаса – в 1,2 рази більшою, ніж обростання дуба (табл. 2). Можливо, що цей факт пояснюється екскрецією дубильних речовин з пластин дуба. В результаті аналізу даних кількісного розвитку мікроводоростей обростання деревини з різним терміном знаходження в морській воді показано, що найкраще піддається обростанню деревина, що перебувала у воді 30 діб.

Таблиця 2

Кількісний розподіл мікроводоростей в експерименті на мертвому рослинному субстраті

Попередня експозиція у воді, доба	Чисельність, кл./см ²		Біомаса, 10 ³ мг/см ²	
	сосна	дуб	сосна	дуб
60	5281 ± 467	2551 ± 100	16,6 ± 4,7	13,7 ± 5,2
30	8165 ± 1316	4913 ± 1106	17,2 ± 2,2	15,1 ± 3,0
0	4864 ± 578	3004 ± 715	20,3 ± 3,5	14,9 ± 4,2

За показниками чисельності та біомаси мікроводоростей обростання водорості–макрофіти можна розташувати в такій послідовності: *C. virgatum* – 15601±1210 кл.·см⁻² і 28,0±3,7 10³ мг·см⁻²; *E. intestinalis* – 2774±115 кл.·см⁻² і 8,4±1,9 10³ мг·см⁻², *C. vagabunda* – 2718±104 кл.·см⁻² і 6,4±1,2 10³ мг·см⁻². За показником кількісного розвитку мікрофітообростання живий і мертвий рослинний субстрат має значну подібність. В літературі майже немає даних щодо вивчення мікроводоростей, які обростають деревину. Наводиться лише порівняння кількісного розвитку обростання інших типів твердих субстратів [2]. Можливо, це пов'язано з тим, що нині час деревину вже не використовують як матеріал у гідробудівництві.

Висновки

Отже, у складі мікрофітообростання живого і мертвого рослинного субстрату виявлено 32 види мікроводоростей. Подібність видового складу мікроводоростей складала 76% (за індексом Серенсена). Домінуючими видами за чисельністю і за біомасою в обростанні як деревини, так і водоростей-макрофітів, були *A. brevipes*, *L. gracilis*, *T. fasciculata*. Виявлені види мікроводоростей, що проявляли специфічність у заселенні мертвого рослинного субстрату (*E. paludosa*, *P. lepidoptera*, *N. reversa*, *N. sigma*, *C. turgidus*, *S. tenuissima*, *M. Minima*), та в обростанні водоростей-макрофітів (*D. bombus*).

Серед двох варіантів деревини найбільше заселялися мікроводоростями соснові пластини, що перебували в морській воді 30 діб до початку експерименту. Встановлено, що кількісний розвиток мікрофітообростання живого і мертвого рослинного субстрату майже не відрізняється.

1. Александров Б.Г. Эпифитон *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link и некоторые факторы, его определяющие / Александров Б.Г., Гаркуша О.П. // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 9–15.
2. Бегун А.А. Состав и количественные характеристики микроводорослей планктона и перифитона в заливе Петра Великого (Японское море) : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.16 “Экология” / А.А. Бегун. – Владивосток, 2007. – 19 с.
3. Брянцева Ю.В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. / Брянцева Ю.В., Сергеева А.В. – Севастополь : Ин-т биологии южных морей НАН Украины, 2005 – 25 с. (Препринт / НАН Украины, Ин-т биологии южных морей : 0,5-2).
4. Водоросли : справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.] ; под ред. С.П. Вассера. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
5. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. / З.И. Глезер, А.П. Жузе, И.В. Макарова [и др.]; под ред. А.И. Прошкина-Лавренко. – Л.: Наука, 1974. – 403 с.
6. Караева Н.И. Диатомовые водоросли бентоса Каспийского моря / Н.И. Караева.– Баку: Элм, 1972. – 258 с.
7. Миничева Г.Г. Особенности формирования морского микро- и макрофитоперифитона на твердых субстратах различного типа / Г.Г. Миничева, Н.Е. Гусяков, О.А. Ковтун // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 34, № 3. – С. 61–67.
8. Миничева Г.Г. Методические рекомендации по определению морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г.Г. Миничева, А.Б. Зотов, М.Н. Косенко. – Одесса, 2003. – 31 с.
9. Рябушко Л.И. Микрофитоборастания искусственных и природных субстратов в Черном море / Рябушко Л.И., Завалко С.Е. // Ботан. журн. – 1992. – Т. 77, № 5. – С. 33–39.
10. Телитченко М.М. Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды / Телитченко М.М., Остроумов С.А.. – М.: Наука, 1990. – 288 с.

11. Хайлов К.М. Формирование и рост поселений водорослей на экспериментальных объектах / К.М. Хайлов, А.В. Празукин, Д.М. Смолев // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 9. – С. 21–34.

О.П. Гаркуша

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

МИКРОФИТООБРАСТАНІЕ ЖИВОГО И МЁРТВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА НА ПРИМЕРЕ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Приведены результаты исследования микрофитообрастания живого и мёртвого растительного субстрата. В эксперименте проведенном в естественных условиях выявлены некоторые особенности видового состава, количественных показателей, характера доминирования видов микрофитообрастания на древесине и водорослях-макрофитах.

Ключевые слова: обрастания, древесина, макрофиты, микроводоросли, Черное море

O.P. Garkuscha

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

MICROALGAL FOULING OF ALIVE AND DEAD VEGETABLE SUBSTRATE ON THE EXEMPLE OF ODESSA BAY (BLACK SEA)

The results of the investigation of microalgal fouling of alive and dead vegetable substrate have been shown. The some features of the species composition, abundance and biomass dominating of the microalgal fouling on the seaweeds and woody substrate have been revealed in the experiment had realized in the natural conditions.

Key words: wood, macrophytes, microalga, Black sea

УДК 556.166

Є.Д. ГОПЧЕНКО, О.М. ГРИБ

Одеський державний екологічний університет, Україна
вул. Львівська, 15, Одеса 65016

ОПТИМІЗАЦІЯ РІВНІВ І СОЛОНОСТІ ВОДИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ЙОГО БАСЕЙНІ

В роботі наведено оцінку річних складових водного балансу Куяльницького лиману за період 1960–2007 рр. Запропоновано варіант оптимізації рівнів та солоності води водойми.

Ключові слова: водний баланс, рівень води, солоність, оптимізація

Нині важливий рекреаційний і бальнеологічний об'єкт державного значення – Куяльницький лиман – знаходиться у критичному екологічному стані [3]. Це обумовлено катастрофічним обмілінням водойми (до 40 см у жовтні 2009 р.) та пов'язаним з цим збільшенням солоності ропи (до 390‰ у серпні 2009 р.), що загрожує зникненням лиману та втратою запасів унікальних лікувальних грязей і ропи, а також своєрідної флори і фауни водойми.

Водність Куяльницького лиману та його сольовий режим головним чином залежать від співвідношення величини атмосферних опадів, що випали на водне дзеркало лиману, і об'єму випаровування з нього та регулювання річкового стоку води на водозбірному басейні лиману [2].

Метою роботи є визначення й оцінка складових водного балансу Куяльницького лиману, їх багаторічної мінливості та причин обміління водойми у сучасний період, а також обґрунтування необхідних рівнів наповнення лиману і солоності його ропи, які б забезпечили бальнеологічні та рекреаційні потреби, а також створили сприятливі для існування гідробіонтів водойми умови, продукти життєдіяльності яких входять до складу лікувальних грязей лиману.

Матеріал і методи досліджень

Модель водного балансу Куяльницького лиману у загальному вигляді може бути представлена рівняннями [2]:

$$\pm \Delta W = W_1 - W_2 = V_{Ek} - (V_{Pk} + V_{nob}), \quad (1)$$

де: $\pm \Delta W$ – зміна об'єму води в лимані, млн. м³; W_1 – об'єм води в лимані на початок розрахункового періоду, млн. м³; W_2 – об'єм води на кінець розрахункового періоду, млн. м³; V_{Ek} – об'єм випаровування з водної поверхні лиману, млн. м³; V_{Pk} – об'єм атмосферних опадів, які випали на водну поверхню лиману у вигляді дощу або снігу, млн. м³; V_{nob} – об'єм води, яка надійшла в лиман з річковим (поверхневим, схиловим і підземним) стоком V_r та озер пересипу V_{oz} , млн. м³.

Обчислення об'єму атмосферних опадів V_{Pk} , які випадали на водну поверхню лиману у вигляді дощу або снігу, можна виконати на основі даних про річні сума опадів P_o по м/ст. Одеса – ГМО.

Природний приплив поверхневих вод $V_{прип}$ в Куяльницький лиман є важливою складовою водного балансу, але систематичні спостереження за стоком води на водотоках басейну Куяльницького лиману не здійснюються. Відповідно до нормативного документу СНІП 2.01.14-83 [4], середньорічний модуль поверхневого стоку \bar{q} складає 0,35 л/(с·км²), що дорівнює шару стоку $\bar{Y}=11,1$ мм. З урахуванням цього річні шари поверхневого стоку Y_p можна визначити за співвідношенням:

$$Y_p = \bar{Y} \cdot k_p = 11,1 \cdot k_p, \quad (2)$$

де: k_p – модульний коефіцієнт, що залежить від забезпеченості річної суми опадів P (%), та при $C_v=1,0$ і $C_s/C_v=2,0$ визначається за [4].

Певну частину в загальній величині припливу поверхневих вод в лиман складають антропогенні стоки (скиди) води з озер пересипу V_{oz} через водовипуск в південно-західну частину лиману. Спостереження за цими скиданнями води показали, що величина їх носить сезонний характер: у осінній та зимово-весняний періоди, коли рівень води в озерах найбільш високий, вона становить 0,25 м³/с, а в літній період – 0,16 м³/с [3]. Отже, при розрахунках річних водних балансів Куяльницького лиману було враховано об'єм скидних вод з озер пресипу обсягом $V_{oz}=6,62 \cdot 10^6$ м³ (середнє багаторічне значення) [3].

Наявність припливу морських вод в лиман за рахунок просочування морської води через пересип майже відсутня – 0,03–0,04% від прихідної частини водного балансу [5], а тому може не враховуватися.

В басейні р. В. Куяльник та на інших річках і балках, що впадають в Куяльницький лиман, існує значна кількість ставків і водосховищ – від 36 до 145 од. [3] з загальним об'ємом при НПП близько 13,0 млн. м³ і площею водного дзеркала 7,28 км² (в період 1960–1984 рр.) та близько 10,0 млн. м³ і 3,50 км² – у 1985 р., у 2009 р. їх кількість становила 48 од. З урахуванням об'єму цих ставків і водосховищ та сезонного регулювання їх наповнення (залежно від водогосподарських потреб) можна зробити висновок про те, що практично весь природний поверхневий стік води може затримуватися в цих водоймах. Враховуючи це, для розрахунку побутового поверхневого стоку води з водозбірної басейну лиману V_{nob} було введено коефіцієнт наповнення ставків і водосховищ k_{ws} , який дозволяє врахувати кратність наповнення всіх цих водойм і загальний об'єм забраної води $V_{заб}$ впродовж розрахункового року.

Середньомісячні та середньорічні величини випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману та в басейні р. В. Куяльник розраховувалися по даних метеостанції Болград (E_b , мм) на прісному озері Ялпуг за період 1960–2007 рр.

Однак, інтенсивність випаровування з поверхні солоних водойм залежить від концентрації їх розсолів та складу солей. Для порівняння величин випаровування розсолів різної концентрації можна використовувати коефіцієнт випаровуваності k_s , який є відношенням величин випаровування розсолу тієї чи іншої концентрації до величини випаровування прісної води. Він завжди менше одиниці та зменшується з підвищенням солоності води (S , ‰).

За результатами спостережень на Сакських соляних промислах Кримського півострова, встановлені перехідні коефіцієнти для розрахунку величини випаровування з поверхні соляних водойм при мінералізації від 90 до 330 ‰ [2, 3]. В діапазоні від 0 до 60‰ середні значення перехідних коефіцієнтів наводяться у роботі Боброва С.М. (за матеріалами досліджень на Каспійському морі) [2, 3]. У середньому за період 1960–2007 рр. випаровування з поверхні прісної водойми (оз. Ялпуг) становило 776,7 мм, при максимальному – 1151 мм (1972 р.) і мінімальному – 624 мм (2004 р.). Одночасно розрахункове випаровування з солоного Куяльницького лиману ($S=128$ ‰) було 561 мм при максимальному значенні – 994 мм (1972 р.), мінімальному – 364 мм (1996 р.). Співвідношення між величинами випаровування k_s з поверхні оз. Ялпуг і лим. Куяльницького у середньому за період 1960–2007 рр. становило 0,73, при максимальному – 0,87 (1969р. і 1970 р.), а найменшому – 0,45 (1996 р.).

Результати досліджень та їх обговорення

Результати розрахунку річних водних балансів Куяльницького лиману у 1960–2007 рр. [3] свідчать про те, що у середньому прихідна частина водного балансу лиману, до якої належать надходження опадів на водну поверхню (V_{PK}) та побутовий приплив води до лиману ($V_{поб}$), становить 29,7 млн. м³. При цьому випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману (V_{EK}) досяг 30,50 млн. м³. Отже, за регулювання поверхневого припливу на водозбірному басейні Куяльницького лиману, прихідна частина за період 1960–2007 рр. була меншою, ніж витратна приблизно на 0,80 млн. м³. Ця різниця є невеликою, але в окремі періоди вона є суттєвою, що призводить до значного зниження рівнів води у лимані та зростання солоності в ньому, зокрема, як це було у 2009 р.

Порівнюючи часовий хід фактичних H_f та можливих природних H_{np} рівнів води [2, 3], встановлено, що за відсутності регулювання поверхневого припливу води на водозбірному басейні Куяльницького лиману, величина H_{np} протягом майже всього періоду (1960–2007 рр.) перевищує H_f в середньому на 180 см, а середньорічне значення рівня у 2007 р. могло б бути близько 631 см (за вказаних вище умов) або -0,75 м БС. Однак, навіть такий високий рівень води в лимані був би меншим від відмітки поверхні Чорного моря біля м. Одеси. Однак, за регулювання водно-сольового режиму цього лиману необхідно враховувати, що нижня, сприятлива для лікувальних цілей, межа солоності становить 100‰, а верхня – 200‰ [1]. Крім того, відомо, що при солоності більше 250‰, всі специфічні організми, що живуть в солоній ропі Куяльницького лиману (коловертка, веслоногі рачки, жуки, молюски, муха ефедра, артемія, синьо-зелені водорості, сульфатредуцційні бактерії), гинуть, а утворення лікувальної грязі припиняється [1].

Солоність ропи Куяльницького лиману тісно пов'язана з водним режимом водойми, залежність між ними апроксимується степеневим рівнянням вигляду [1–3]:

$$H = 82,2 \cdot S^{-0,86} \quad (3)$$

де: S – солоність води, ‰; H – рівень води на водомірному посту, м.

Далі встановлюються забезпеченості рівнів води при солоності ропи в Куяльницькому лимані, наприклад, 100‰, 150, 200, 250‰ та більше [1].

Висновки

За рівнянням (3) можна обчислити рівні наповнення водою Куяльницького лиману при різних солоності ропи. Забезпеченість рівнів води, при яких солоність не задовольнятиме рекреаційним і бальнеологічним потребам ($S=200‰$), становить 84%. Забезпеченість рівнів води, за яких солоність буде сягати величини, при якій життя у водоймі неможливе ($S=250‰$), становить близько 90%.

1. Гриб О.М. Про оптимізацію рівнів і солоності води в Куяльницькому лимані / О.М. Гриб, Є.Д., Гопченко, І.О. Ступак // Екологія міст та рекреаційних зон : Всеукр. наук.-практ. конф., 3-4 червня 2010 : тези доп. – Одеса: Інформ.-інновац. центр «ІНВАЦ», 2010. – С. 75–78.
2. Гопченко Є.Д. Оцінка складових водного балансу Куяльницького лиману та визначення причин сучасного обміління водойми / Гопченко Є.Д., Гриб О.М. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2010. – Вип. 51. – С. 200–215.
3. Оцінка багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману для розробки рекомендацій по збереженню його природних ресурсів: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2009. – 90 с.
4. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеоздат, 1984. – 447 с.
5. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья / В.М. Тимченко – К.: Наук. думка, 1990. – 240 с.

Е.Д. Гопченко, О.Н. Гриб

Одесский государственный экологический университет, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ УРОВНЕЙ И СОЛЕНОСТИ ВОДЫ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА В УСЛОВИЯХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ЕГО БАССЕЙНЕ

В работе представлена оценка годовых составляющих водного баланса Куяльницкого лимана за период 1960–2007 гг. Предложен вариант оптимизации уровней и солёности воды водоема.

Ключевые слова: водный баланс, уровень воды, солёность, оптимизация

E. Gopchenko, O. Grib

Odessa State Ecological University, Ukraine

OPTIMIZATION OF LEVELS AND SALINITY OF WATER OF KUYAL'NICKOGO OF ESTUARY IN THE AQUICULTURE ACTIVITY ON HIS POOL

The estimation of constituents of water balance of Kuyal'nik estuary for period from 1960 for 2007. The variant of optimization of levels and salinity of water of reservoir is offered.

Key words: water balance, water level, salinity, optimization

УДК 556.06

Є.Д. ГОПЧЕНКО, Ж.Р. ШАКІРЗАНОВА

Одеський державний екологічний університет, Україна
вул. Львівська, 15, Одеса 65016

МЕТОДИКА ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ НАДХОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДО ЗАКРИТИХ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я У ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД РОКУ

Вперше для замкнених лиманів Одеської області обґрунтована методика довгострокового прогнозу припливу поверхневих вод весняного періоду, яка реалізована авторами для весняного водопілля 2010 р.

Ключові слова: довгострокове прогнозування, лимани, весняне водопілля, стокоутворюючі фактори, об'єми та рівні води

Гідрологічний режим Хаджибейського лиману формується під впливом природних і антропогенних факторів. З початку минулого століття в Хаджибейський лиман відбувалося інтенсивне скидання стічних вод м.Одеси (СБО "Північна"), що призвело до суттєвого підвищення рівнів води в ньому. В періоди весняних водопіль постає загроза переливу води через дамбу і затоплення населення та підприємств району Пересипу весняними водами, особливо у багатоводні роки, зокрема, як це було навесні 2003 та 2006 рр.

Розробка методик розрахунків і прогнозів гідрологічних характеристик весняного водопілля як найбільш багатоводної фази водного режиму лиману Хаджибей ускладнюється тим, що в межах лиману практично відсутня гідрологічна мережа спостережень. Тому методична база прогнозування характеристик весняного водопілля і дощових паводків практично відсутня. Також немає рекомендацій для оцінки частоти повторюваності прогнозних величин у багаторічному розрізі.

Матеріал і методи досліджень

У зв'язку з обмеженістю рядів гідрологічних спостережень в басейні Хаджибейського лиману обґрунтування наукового методу територіального довгострокового прогнозування шарів стоку весняного водопілля в регіоні ведеться на основі відновлення полів гідрометеорологічних факторів весняного водопілля і просторового представлення прогнозних величин у вигляді модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості [1]. При розробці методики прогнозу були залучені матеріали спостережень інших річок північно-західного Причорномор'я за 1960–2000 рр.

Результати досліджень та їх обговорення

Авторами роботи для басейну Хаджибейського лиману обґрунтована розрахункова схема визначення можливих значень відміток води у ньому за умови виникнення водопіль рідкісної ймовірності настання у багаторічному періоді (при $P=1\%$). На рис. 1 показаний багаторічний хід максимальних за місяці та рік (H_m) та розрахункових максимальних рівнів води весняного водопілля $H_{1\%}$. Так, за призначеною проектною відміткою дамби Хаджибейського лиману плюс 3,1 м БС в деякі роки (1987, 1990, 1996, 1998, 2004) при проходженні катастрофічно високих весняних водопіль 1%-ї ймовірності перевищення, рівні води у лимані досягали б критичної відмітки дамби, а у 2003 р. – й перевищили її при $H_{1\%}=3,18$ м БС.

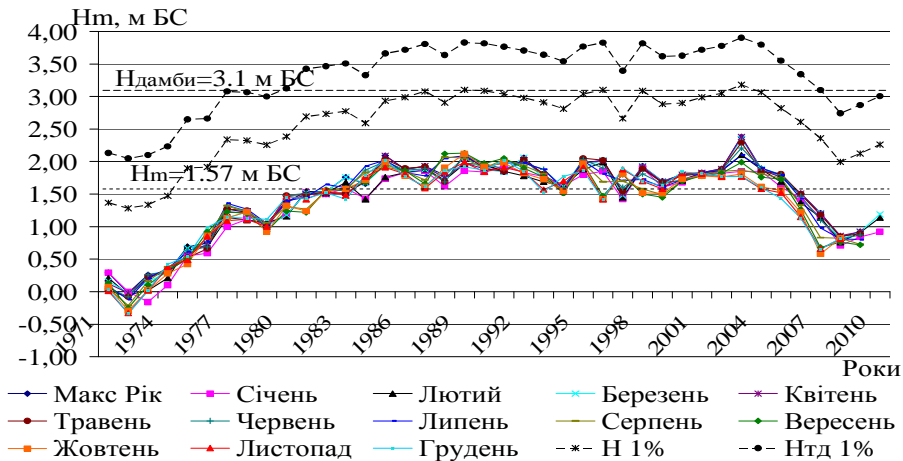


Рис. 1. Багаторічний хід максимальних за місяці і рік (H_m) та розрахункових максимальних рівнів води весняного водопілля та дощового паводку у Хаджибейському лимані при забезпеченості $P=1\%$

При катастрофічному збігу обставин, коли у лимані на високі рівні води весняного водопілля забезпеченістю $P=1\%$ у квітні-травні будуть накладатися додаткові надходження за рахунок дощових опадів тієї самої ймовірності перевищення, рівні води в лимані ($H_{\text{тд } 1\%}$) могли б досягти катастрофічних позначок – 3,8–3,9 мБС, при цьому майже протягом всього періоду експлуатації водосховища, починаючи з 1976 до 2007 рр. (рис.1). Останнім часом завдяки припиненню скидів побутових вод у лиман, рівні води в ньому дещо знизилися, але щовесни ситуація на Хаджибейському лимані стає небезпечною.

Запропонована методика довгострокового прогнозу характеристик весняного водопілля, в основу якої покладено математичну модель формування поверхневого стоку на басейні, заснована на встановленні регіональних залежностей шарів стоку весняного водопілля від запасів вологи на водозборах – в сніговому покриві перед початком весни та рідких опадів періоду водопілля (у безрозмірних величинах), з урахуванням комплексу взаємодіючих факторів водопілля – вологості та промерзання ґрунтів, температурних умов весняного сніготанення тощо.

Для встановлення типу майбутньої весни визначається знак лінійної дискримінантної функції DF , що розраховується в дату складання прогнозів за наступним рівнянням:

$$DF = a_0 + a_1 k_X + a_2 k_{Q_{n.6}} + a_3 k_L, \quad (1)$$

де: $A = (a_0, a_1, a_2, a_3)$ – вектор коефіцієнтів дискримінантної функції; $X = (k_X, k_{Q_{n.6}}, k_L)$ – вектор ознак (вектор-предиктор), до якого увійшли (у модульних коефіцієнтах): середньобагаторічні значення максимальних запасів води в сніговому покриві, які накопичилися на басейні до початку весняного сніготанення і весняні опади k_X ; індекс зволоження ґрунтів – середньомісячна витрата води перед початком водопілля $k_{Q_{n.6}}$ в річках розглядуваної території; максимальна глибина промерзання ґрунтів k_L .

За знаком дискримінантних рівнянь встановлюється водність майбутньої весни. Так, при $DF1 > 0$ шар стоку більше за середньобагаторічне значення, при $DF1 \leq 0$; $DF2 \geq 0$ – біля нього, а при $DF1 < 0$; $DF2 < 0$ – нижче за середньобагаторічну величину шару весняного стоку.

Прогнозні значення самих очікуваних величин шарів стоку весняного водопілля Y_m встановлюються за рівнянням:

$$Y_m = k_Y \cdot Y_0, \quad (2)$$

де: Y_0 – норма шару весняного стоку (мм), яка визначається для басейну Хаджибейського лиману за отриманим для Причорноморського регіону рівнянням в залежності від географічного положення водозборів:

$$Y_0 = 5.62(\varphi - 50) + 28.2, \quad (3)$$

де: φ – географічна широта геометричних центрів тяжіння водозборів, в частках $^\circ$ півн. ш.

Методика довгострокового прогнозування шарів стоку весняного водопілля включає встановлення забезпеченості або ймовірності настання водопілля у багаторічному розрізі, що особливо корисно за відсутності гідрологічних спостережень на водних об'єктах. Забезпеченість прогнозних величин шарів стоку весняного водопілля встановлюється за допомогою кривої трипараметричного гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля при $C_s/C_v=2,0$ [2] у вигляді діапазону забезпеченостей.

Таблиця 1

Результати прогнозу припливу тало-дошових вод до Хаджибейського і Куяльницького лиманів у весняний період року і визначення очікуваного рівня води весняного водопілля 2010 р.

Водойма	Хаджибейський лиман відмітка «0» поста – -2,87 м БС		Куяльницький лиман відмітка «0» поста – -7,06 м БС	
Характеристика	прогнозна	спостережена	прогнозна	спостережена
Початковий рівень води у водоймі на ДВП (10.02.2010 р.)		384 см над «0» поста (0,97 м БС)		82 см над «0» поста (-6,24 м БС)
Початковий об'єм води у водоймі на ДВП (10.02.2010 р.)		500 млн. м ³		30 млн. м ³
Зміна рівня води у водоймі від початкового до максимального за весняне водопілля	23 см (0,23 м)	22 см (0,22 м)	49 см (0,49 м)	13 см (0,13 м)
Зміна об'єму води у водоймі за весняне водопілля	50 млн. м ³	55 млн. м ³	39 млн. м ³	9 млн. м ³
Прогнозний максимальний рівень води у водоймі	407 см над «0» поста (1,20 м БС)	406 см над «0» поста (1,19 м БС)	131 см над «0» поста (-5,75 м БС)	92 см над «0» поста (-6,14 м БС)

Реалізація запропонованої методики довгострокового прогнозування шарів стоку весняного водопілля до умов функціонування Хаджибейського лиману виконана для весняного періоду 2010 р. Наведені також результати прогнозу наповнення й другого з закритих лиманів Одеської області – Куяльницького. Схема складання прогнозів шарів весняного стоку та встановлення ймовірності його настання наведена в роботі [1]. Так, отримане прогнозне значення шару стоку весняного водопілля Y'_m до лиманів Хаджибей і Куяльник у 2010 р. дорівнювало 18 мм при ймовірності його настання у багаторічному періоді – 20–25%. Розрахунок припливу тало-дошових вод до Хаджибейського та Куяльницького лиманів виконувався по прогнозних величинах шарів весняного стоку 2010 р., що були перераховані в об'єми води (за кривими об'ємів лиманів), а потім й в рівні води в лиманах (табл. 1). При визначенні сумарного надходження весняних вод до лиману Хаджибей і Куяльник, враховуючи прогнозний шар припливу тало-дошових вод з басейнів лиманів, приймали, що опади на дзеркало водойм компенсуються випаровуванням з їх водної поверхні під час весняного водопілля.

Висновки

Оцінені можливі значення відміток води у Хаджибейському лимані за умови виникнення весняних водопіль та дошових паводків розрахункової виняткової ймовірності настання $P=1\%$, тобто повторюваністю 1 раз у 100 років. При цьому рівні води у лимані можуть досягти критичних позначок при затопленні значної частини м.Одеси.

Обґрунтовано методику довгострокового прогнозу надходження поверхневих вод з водозборів лиманів Хаджибей і Куяльник, що дозволяє на основі поточного прогнозування в кожному році надавати кількісну оцінку ступеня наповнення водойм поверхневими водами з довготерміновою завчасністю (15 діб і більш), а також встановлювати ймовірність настання у багаторічному розрізі стокових характеристик (шару припливу весняних вод до річкової мережі).

1. Гопченко Є.Д. Довгострокове прогнозування водності Хаджибейського лиману та оцінка його наповнення поверхневими водами у весняний період року / Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р. //Вісник Гидрометцентра

Черного и Азовского морей. Государственная гидрометеорологическая служба Украины. – 2009. – № 2 (10) – С.169–185.

2. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.* – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.

Е.Д. Гонченко, Ж.Р.Шакирзанова

Одесский государственный экологический университет, Украина

МЕТОДИКА ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОСТУПЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД К ЗАКРЫТЫМ ЛИМАНАМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ГОДА

Впервые для закрытых лиманов Одесской области обоснована методика долгосрочного прогноза притока поверхностных вод весеннего периода, которая реализована авторами для весеннего половодья 2010 г.

Ключевые слова: долгосрочное прогнозирование, лиманы, весеннее водополье, стокообразующие факторы, объем и уровни воды

E. Gopchenko, J. Shakirzanova

Odesa State Ecological University, Ukraine

THE METHODS OF THE LONG-TERM FORECAST OF SURFACE WATER FLOW TO THE CLOSED ESTUARIES IN NORTH-WEST AREA OF THE BLACK SEA IN THE SPRING SEASON

For the first time, the method of long-term forecast of surface water of spring period for the closed estuaries of Odessa region period was substantiated, and it was realized by the authors for the spring flood in 2010.

Key words: long-term prognostication, estuaries, volume and water levels

УДК 577.15:597.556.35:591.16(262.5)

О.Л. ГОСТЮХИНА, И.В. ГОЛОВИНА, В.Е. ГИРАГОСОВ, А.Н. ХАНАЙЧЕНКО

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ТКАНЕЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАН

Исследовали антиоксидантный (АО) комплекс и перекисное окисление липидов (ПОЛ) в тканях самцов и самок камбалы-калкан в нерестовый период. В печени, красных и белых мышцах, жабрах и гонадах определяли активность глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы, каталазы, уровень глутатиона и ТБК-активных продуктов. Установлены половые особенности АО комплекса и ПОЛ тканей камбалы.

Ключевые слова: антиоксидантная система, самцы и самки, камбала-калкан, нерест

Камбала-калкан – ценный промысловый вид черноморского региона. Уязвимость этого вида рыб при массивном антропогенном воздействии определяет влияние даже незначительных изменений условий среды на физиологическое состояние калкана. Значения основных биологических показателей калкана в прибрежных водах Севастополя свидетельствуют о стрессовом состоянии популяции этого вида рыб [3]. Одной из важнейших систем, определяющих устойчивость животных к различным стресс-факторам, является антиоксидантный (АО) комплекс и соотношение АО активности с уровнем перекисного окисления липидов (ПОЛ) [1, 5].

Цель настоящей работы – установить особенности АО системы и ПОЛ у самцов и самок камбалы-калкан в нерестовый период.

Материал и методы исследований

Объектом исследования служили половозрелые особи черноморской камбалы-калкан *Psetta (Scophthalmus) maxima maeotica* (L., 1758). Рыбы выловлены в апреле–мае 2006 г. в районе Севастополя. Препарирование тканей, гомогенизацию, центрифугирование, измерение исследуемых параметров проводили, как описано ранее [7]. Определяли активность

глутатионпероксидазы (ГП) по накоплению окисленного глутатиона (GSSG), глутатионредуктазы (ГР) – по убыли НАДФН, каталазы – по реакции с молибдатом аммония, содержание восстановленного глутатиона (GSH) – по образованию комплекса с аллоксановым реактивом, уровень ПОЛ – по накоплению ТБК-активных продуктов. Активность ферментов измеряли при стандартной температуре 25°C. Содержание белков определяли методом Лоури.

Статистическую обработку проводили с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее высокие показатели АО комплекса обнаружены в печени самок камбалы (табл.). Активность ферментов расщепления пероксида водорода – ГП и каталазы – была выше по сравнению с самцами в 2,1 и 1,7 раза, соответственно ($p \leq 0,05$). Установлена тенденция к повышению уровня GSH и активности ГР по сравнению с самцами. Очевидно, это обусловлено ролью печени рыб в процессах гонадогенеза [8]. В печени самок камбалы содержание белка, общих липидов, ДНК и РНК, гликогена выше, чем у самцов, что связано с более активной пролиферацией гепатоцитов и синтезом новых клеточных мембран [2]. Все это определяет повышенную интенсивность окислительных процессов у самок камбалы.

Высокие активности АО ферментов у самок можно рассматривать как ответ на усиление свободно-радикального окисления. С участием ГП и каталазы происходит утилизация пероксида водорода и гидропероксидов как в низких, так и в высоких концентрациях [1]. Вероятно, наряду с ГП в АО защите ткани печени самок могут также участвовать ГР и GSH. Подтверждением высокой эффективности ГП и каталазы у самок может служить несколько более низкий уровень ТБК-активных продуктов в их печени, чем у самцов.

В красных и белых мышцах самок активность ГП была в 1,4–1,5 раза выше ($p \leq 0,05$), чем у самцов. Самки превосходили самцов по активности ГР в красных мышцах в 1,9 раза ($p \leq 0,05$) и содержанию GSH в белых мышцах в 1,7 раза ($p \leq 0,05$). Содержание ТБК-активных продуктов в белых мышцах самок было в 2,9 раза больше, чем у самцов ($p \leq 0,05$), а в красных мышцах – в 1,5 раза ($p \geq 0,05$). Самцы характеризовались вдвое большей активностью каталазы в обоих типах мышц ($p \leq 0,05$).

Таблица

Показатели АО системы и ПОЛ в тканях самок и самцов камбалы-калкан

Ткани	ГП, мкмоль GSSG мин ⁻¹ мг ⁻¹ белка	ГР, мкмоль НАДФН мин ⁻¹ мг ⁻¹ белка	GSH, мкг г ⁻¹ ткани	Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ мин ⁻¹ мг ⁻¹ белка	ТБК-активные продукты, мкмоль МДА г ⁻¹ ткани
Самки					
Печень	23,71±5,23*	2,36±1,13	446,7±90,9	21,64±3,23*	98,89±18,46
Красные мышцы	40,28±0,72*	2,13±0,18*	208,5±47,8	9,35±3,53*	133,01±54,45
Белые мышцы	21,07±1,09*	0,44±0,06	224,6±30,1*	4,77±1,19*	171,40±47,72*
Жабры	33,43±4,15	2,56±0,60	233,2±38,9*	28,33±6,27	98,65±32,0*
Гонады	10,21±2,09	0,49±0,06*	301,7±49,0*	6,56±1,88	86,22±12,50
Самцы					
Печень	11,25±1,31*	1,06±0,15	302,5±52,2	12,98±0,81*	119,15±15,32
Красные мышцы	28,72±5,21*	1,10±0,12*	307,1±82,8	19,20±3,12*	89,30±15,86
Белые мышцы	14,31±2,97*	0,50±0,12	131,5±24,5*	10,18±2,12*	58,59±5,83*
Жабры	35,41±6,07	3,40±0,77	116,2±24,2*	62,06±28,0	29,84±4,17*
Гонады	13,69±3,69	1,47±0,15*	167,3±25,5*	4,89±1,25	93,96±18,74

Примечание: * – различия в показателях между самцами и самками достоверны ($p \leq 0,05$), n=5–8.

Красные мышцы принимают участие в обеспечении пластических и энергетических нужд формирующихся гонад, половых продуктов. Такие процессы интенсивнее протекают у самок [8]. Из мышц в яичники транспортируются эстерифицированные жирные кислоты и другие липидные компоненты [2]. Это, вероятно, создает предпосылки для активации процессов ПОЛ и отражает скорость свободно-радикальных процессов в мышцах самок.

Сравнительный анализ различий АО комплекса в мышцах калкана показал разную направленность стратегии АО защиты у самцов и самок. Повышенные активности компонентов глутатионпероксидной системы (ГПС) у самок указывают на ее доминирование в АО комплексе красных и белых мышц. Причем, в красных мышцах самок, очевидно, происходит утилизация пероксида водорода и гидроперекисей с участием ГП, а ГР, соответственно, возобновляет ресурс восстановленного глутатиона. В белых мышцах самок значительная роль в АО реакциях принадлежит не только ГП, но и глутатиону.

В АО комплексе красных и белых мышц самцов преобладает активность каталазы. Красные мышцы являются поставщиком ряда липидных соединений для созревающих семенников и формирования мембран сперматоцитов [8]. Выход указанных веществ из состава мышечной ткани, предположительно, может сопровождаться усилением процессов липопероксидации и накоплением продуктов ПОЛ. Это, в свою очередь, могло привести к активации каталазы, утилизирующей пероксид водорода в высоких концентрациях.

Белые мышцы самцов камбалы отличаются высокой концентрацией триацилглицеридов (ТАГ) [2], необходимых для поддержания повышенной плавательной активности во время нереста. При окислении ТАГ возможно образование недоокисленных продуктов, способствующих активации процессов ПОЛ. Высокая активность каталазы в белых мышцах самцов, возможно, предотвращает накопление больших концентраций пероксида водорода и защищает данный орган от окислительного повреждения.

В жабрах самок камбалы по сравнению с самцами в 2,0 раза выше уровень GSH и в 3,3 раза – ТБК-активных продуктов ($p \leq 0,05$). Так же, как и в мышцах, это может быть связано с процессами генеративного синтеза, необходимостью обеспечивать более высокие энергетические затраты, что требует более интенсивного дыхания. Вероятно, это приводит к усилению свободно-радикального окисления в жабрах и накоплению продуктов ПОЛ. Наряду с молекулярным кислородом, поступающим из воды, свой вклад в усиление ПОЛ могут вносить также эритроциты крови, способные к генерации АФК при взаимодействии кислорода с гемоглобином [6]. Ключевую роль в защите жабр от избыточного количества АФК играет ГПС и, в первую очередь, глутатион, содержание которого в жабрах самок значительно выше, чем у самцов. В АО комплексе жабр самцов, также как в красных и белых мышцах, выше активность каталазы, однако в жабрах, в отличие от мышц, это лишь тенденция.

В гонадах самцов активность ГР была в 3 раза ($p \leq 0,05$) выше, а содержание GSH – в 1,8 раза ($p \leq 0,05$) ниже, чем у самок. Увеличение уровня GSH на фоне неизменных активностей GSH-зависимых ферментов свидетельствует, очевидно, о реализации самостоятельной АО функции этого метаболита, не связанной с ГП. Возобновление ресурса GSH помимо работы ГР может происходить в результате его синтеза *de novo* [4], что могло иметь место в гонадах самок камбалы, так как рост уровня GSH у них происходил на фоне одинаковой с самцами активности ГР. Повышенный уровень глутатиона, вероятно, обеспечивает защиту ткани гонад самок от действия широкого ряда АФК.

Высокая активность ГР в гонадах самцов по сравнению с самками, очевидно, связана с поддержанием и наращиванием количества GSH в ткани. На этом фоне активность ГП, а также уровень самого GSH были такими же, как в гонадах самок. Высокая активность ГР может быть обусловлена преадаптацией половых клеток самцов к обеспечению двигательной активности сперматозоидов при нересте.

Таким образом, установлены половые особенности АО системы и ПОЛ тканей черноморской камбалы-калкан в нерестовый период. Самки камбалы по сравнению с самцами характеризовались более высоким уровнем ПОЛ в белых мышцах и жабрах, глутатиона – в белых мышцах, жабрах и гонадах, а также активности каталазы в печени. Глутатионпероксидная система самок отличалась повышенной активностью глутатионпероксидазы в печени, красных и белых мышцах и глутатионредуктазы – в красных мышцах. Самцы камбалы превосходили самок по активности глутатионредуктазы в гонадах и активности каталазы в красных и белых мышцах.

1. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В.А. Барабой // Усп. совр. биол. – 1991. – Т. 111, вып. 6. – С. 923–931.
2. Басова М.М. Функциональные особенности химического состава печени, мышц и гонад самцов и самок черноморской камбалы : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.13 “Физиология человека и животных” / М.М. Басова. – Симферополь, 2002. – 18 с.
3. Гиригосов В.Е. Характер и причины изменчивости основных показателей состояния нерестовой популяции черноморской камбалы-калкан на юго-западном шельфе Крыма / В.Е. Гиригосов, А.Н. Ханайченко,

- Д.Е. Ельников // Современные проблемы Азово-Черноморского региона : мат. III Межд. конф., 10-11 окт. 2007. – Керчь: ЮгНИРО. – 2007. – С. 3–9.
4. Кения М.В. Роль низкомолекулярных антиоксидантов при окислительном стрессе / М.В. Кения, А.И. Лукаш, Е.П. Гуськов // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, вып. 4. – С. 456–470.
 5. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1986. – 722 с.
 6. Морозов А.А. Органная специфика антиоксидантной системы леща *Abramis brama* из Рыбинского водохранилища / А.А. Морозов, Г.М. Чуйко, В.А. Подгорная // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия: материалы Всероссийской конференции с международным участием, 24–28 ноября 2008. – Вологда, 2008. – С. 75–77.
 7. Солдатов А.А. Состояние антиоксидантного ферментативного комплекса тканей черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. в условиях естественного окислительного стресса / А.А. Солдатов, О.Л. Гостюхина, И.В. Головина // Журн. эволюц. биохим. и физиол. – 2008. – Т. 44, № 2. – С. 150–155.
 8. Shulman G.E. The Biochemical Ecology of Marine Fishes, *Advances in Marine Biology* / Shulman G.E., Love R.M.. – San Diego: Acad. Press, 1999. – Vol. 36. – 351 p.

О.Л. Гостюхина, І.В. Головіна, В.Є. Гірагосов, А.М. Ханайченко
Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ТКАНИН ЧОРНОМОРСЬКОЇ КАМБАЛИ-КАЛКАНА

Досліджували антиоксидантний комплекс (АО) та перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ) в тканинах самців і самиць камбали в період нересту. У печінці, червоних і білих м'язах, зябрах і гонадах визначали активність глутатіонпероксидази, глутатіонредуктази, каталази, рівень глутатіону і ТБК-активних продуктів. Встановлені статеві особливості АО комплексу і ПОЛ тканин камбали.

Ключові слова: антиоксидантна система, самці і самки, камбала-калкан, нерест

O.L. Gostyukhina, I.V. Golovina, V.E. Giragosov, A.N. Khanaychenko
Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SEX-RELATED PECULIARITIES OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN THE TISSUES OF THE BLACK SEA TURBOT

The antioxidant complex (AO) and processes of lipid peroxidation (LP) in the tissues of males and females of the Black Sea turbot have been investigated during the spawning season. The activity of glutathione peroxidase, glutathione reductase, catalase and level of glutathione and TBA-active products in liver, red and white muscles, gonads and gills have been determined. Sex-related peculiarities in the tissues of the turbot AO complex and LP have been found.

Key words: antioxidante system, males and females, turbot, spawning

УДК 595.34: 591.3 (262.5+262.53)

Е.С. ГУБАРЕВА, Л.С. СВЕТЛИЧНЫЙ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

СОЛЕНОСТНАЯ И ТЕМПЕРАТУРНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ МОРСКИХ КОПЕПОД *ACARTIA CLAUSI* И *ACARTIA TONSA* В ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

На основании измеренных величин плотности рассчитана скорость погружения яиц *Acartia clausi* и *A. tonsa*, отложенных в верхних слоях Мраморного и Черного морей, в слои с соленостным и температурным градиентами. Исследовано влияние градуального изменения температуры и солености на выживаемость яиц этих видов.

Ключевые слова: *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, яйца, плотность, выживаемость, Мраморное море, Черное море

Acartia clausi Giesbrecht, 1889 и *Acartia tonsa* Dana, 1849 являются распространенными эпипланктонными видами морских копепод, откладывающими яйца в воду. Обычно яйца копепод

имеют плотность, превышающую плотность морской воды, и за время развития эмбриона могут опускаться на значительную глубину [2, 9]. По мнению [4], погружение яиц копепод позволяет снизить вероятность каннибализма со стороны взрослых особей и пресс эпипланктонных хищников. Эти авторы оценивали опускание яиц при постоянных параметрах среды. Однако физические параметры верхних слоев моря часто бывают неоднородны. В Черном море в период сезонной стратификации развивается резкий (от 7–8⁰С до 20–24⁰С) термоклин, а в соседствующем с ним Мраморном море постоянно существует не менее выраженный (от 18–22‰ до 38,5‰) галоклин.

В данной работе была определена плотность яиц *A. clausi* и *A. tonsa* и рассчитана скорость их опускания в верхних слоях Черного и Мраморного морей. Также было исследовано влияние градуального (в соответствии со скоростями опускания в градиентной среде) изменения температуры и солёности на выживаемость яиц этих видов.

Материал и методы исследований

Копеподы *A. clausi* были собраны сетью Нансена в северо-восточной части Мраморного моря в июне 2007 г. и Черном море (Севастопольская бухта) в июле 2008 г., а *A. tonsa* – в июле 2008 г. только в Севастопольской бухте.

В лаборатории отобранных для опытов самки *A. clausi* и *A. tonsa* содержали при 20±1⁰С в аквариумах с морской водой с солёностью 18‰ и 22‰ для черноморских и мраморноморских акарий соответственно. Пищей копеподам служили диатомовые водоросли *Thalassiosira weissflogii*.

Плотность яиц (ρ , г см⁻³) черноморских *A. clausi* и *A. tonsa* рассчитали по скорости погружения в трубках диаметром 1 см, помещенных в аквариум с постоянной температурой воды, используя формулу, вытекающую из уравнения Стокса [3].

Для изучения влияния солёности на вылупляемость яиц *A. clausi* и *A. tonsa* свежееотложенные яйца этих копепод помещали в кристаллизаторы с фильтрованной морской водой при 20⁰С на ~20 ч, подвергая их повышению солёности от 17–18‰ (для черноморских *A. clausi* и *A. tonsa*) и 22‰ (для мраморноморских *A. clausi*) до 38,5‰ за счет естественного испарения. Длительность опыта (~20 ч) соответствовала продолжительности эмбрионального развития яиц акарий при 20⁰С [12]. При 7–8⁰С продолжительность повышения солёности увеличивали до 48 ч. Солёность измеряли при помощи ручного рефрактометра RHS-10АТС и кондуктометра НАСН «SensIon 5».

Для определения влияния низкой температуры на вылупляемость яиц *A. clausi* и *A. tonsa* кристаллизаторы с яйцами копепод постепенно охлаждадали до 7–8⁰С в течение 10 ч. Кумулятивное действие температуры и солёности на уровень вылупляемости яиц этих видов исследовали, одновременно понижая температуру и повышая солёность воды.

Результаты исследований и их обсуждение

В Черном море (солёность 18‰) средняя плотность яиц черноморских *A. clausi* и *A. tonsa* составила соответственно 1,044±0,005 г см⁻³ и 1,062±0,007 г см⁻³. Близкая величина средней плотности яиц (1,066 г см⁻³) была получена для *A. tonsa* из Мексиканского залива [9].

Чтобы оценить глубину погружения яиц *A. clausi* и *A. tonsa*, отложенных в верхних слоях Черного моря, выполнили модельные расчеты, основанные на скорости опускания яиц при температурах воды 10–25⁰С и продолжительности эмбрионального развития (D, сутки), рассчитанной по формулам: $D=1442(T+10,49)^{-2,05}$ [7] для *A. clausi* и $D=489(T-1,8)^{-2,05}$ [8] для *A. tonsa*, где T – температура воды.

Скорость опускания яиц *A. tonsa* оказалась в 1,47 раза выше, чем у *A. clausi*, при всех исследованных значениях температуры (табл. 1). При высоких температурах (20–25⁰С) продолжительность эмбрионального развития этих видов примерно одинакова (0,8–1,3 сут), но при низкой температуре (10⁰С) этот период у *A. tonsa* в 2,2 раза больше. В результате максимальная глубина опускания яиц до вылупления науплиусов у *A. tonsa* достигает 72 м, тогда как у *A. clausi* она не превышает 22 м (табл. 1).

Слои с градиентами солёности и температуры в Мраморном и Черном морях находятся достаточно близко к поверхности (15–20 м). В Черном море *A. tonsa* развивается при температурах выше 15⁰С [1] в мелководных (10–20 м) районах бухт, где вода прогревается до самого дна. В более глубоких районах Черного моря значительная доля яиц *A. tonsa*, в соответствии с нашей оценкой, опускалась бы в холодный перемешанный слой с температурой 6–8⁰С. В наших опытах при такой температуре вылупляемость яиц достигала 47% (табл. 2), однако появившиеся науплиусы были неподвижными или передвигались со скоростью 0,0035–0,01 см с⁻¹, не позволяющей выбраться из

температурной ловушки глубоких слоев, так как скорости пассивного опускания ранних науплиальных стадий этого вида достигают $0,02 \text{ см с}^{-1}$ [11]. Это дает объяснение тому, что *A. tonsa* развивается преимущественно в мелководных эстуариях и бухтах [5, 10].

Таблиця 1

Продолжительность эмбрионального развития, скорость и глубина опускания яиц *Acartia clausi* и *Acartia tonsa* при разной температуре

Температура, °C	Продолжительность эмбрионального развития, сутки*		Скорость опускания яиц, $\text{см}^{\circ}\text{C}^{-1}$		Глубина опускания яиц, м	
	<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia tonsa</i>
25	0,96	0,78	0,014	0,019	11,40	13,29
20	1,31	1,28	0,012	0,017	13,38	19,03
15	1,89	2,47	0,010	0,015	16,48	31,67
10	2,95	6,55	0,009	0,013	21,84	71,98

Примечание: * – продолжительность эмбрионального развития рассчитана по [7] для *Acartia clausi* и по [8] для *Acartia tonsa*.

Таблиця 2

Вылупляемость яиц *Acartia clausi* и *Acartia tonsa*, собранных в Мраморном и Черном морях, при различных температуре и солености

Температура, °C	Соленость, ‰	Вылупляемость яиц, %		
		<i>Acartia clausi</i>		<i>Acartia tonsa</i>
		Мраморное море	Черное море	Черное море
20	18	–	$80,0 \pm 12,0$	$77,7 \pm 18,5$
20	22	$84,2 \pm 14,9$	–	–
20	38,5	$51,4 \pm 29,5$	$7,5 \pm 3,5$	$59,7 \pm 28,1$
7	18	–	$84,0 \pm 8,0$	$46,7 \pm 21,5$
7	38,5	$75,6 \pm 10,5$	$6,7 \pm 2,7$	$10,2 \pm 4,7$

Низкий процент вылупляемости яиц *A. tonsa* (от 10% до 60%) отмечен нами и при повышении солености до 38,5‰. Следовательно, соленостный градиент также может ограничивать развитие этого вида в глубоких районах Мраморного моря. Установленная нами низкая температурная и соленостная толерантность ранних стадий развития *A. tonsa* подтверждается экспериментами [10], в которых при солености выше 20–25‰ и температуре ниже 20°C выживаемость науплиусов *A. tonsa* резко снижалась. По-видимому, этим объясняется катастрофическое снижение численности этого вида в районе Босфорского пролива по направлению от Черного к Мраморному морю [6].

У *A. clausi*, обитающих в Черном и Мраморном морях на протяжении всего года, низкие температуры не влияли на уровень вылупляемости яиц (табл. 2), однако повышение солености до 38,5‰ снижало выживаемость яиц (в меньшей степени – отложенных мраморноморскими самками при 22‰). Низкая толерантность к высокой солености была отмечена и у самок черноморских *A. clausi* [6].

Выводы

Плотность яиц планктонных копепод обусловлена экологической стратегией их развития. Стенотермные *A. tonsa* откладывают более тяжелые субитанные яйца, способные, по-видимому, опускаться в донные илы. Эта особенность, дающая конкурентные преимущества в мелководных полужамкнутых водоемах, препятствует воспроизводству вида в открытых глубоководных районах Черного моря, в которых яйца *A. tonsa* опускаются в холодный промежуточный слой, где появившиеся науплиусы оказываются не способными подняться в прогретые верхние слои. Яйца эвритермных *A. clausi* имеют меньшую плотность, чем у *A. tonsa*, и при всех температурных режимах Черного моря они могут развиваться в верхних слоях, распространяясь течениями по его акватории.

Авторы выражают благодарность д-ру Мелек Ишিনিбилир (Стамбульский университет, Турция) за содействие в сборе проб в Мраморном море.

1. Губанова А.Д. *Acartia tonsa* Dana в Севастопольской бухте: появление, сезонная динамика, размерная структура / А.Д. Губанова // Экология. – 2000. – Вып. 51. – С. 5–58.
2. Сажина Л.И. Размножение, рост, продукция морских веслоногих ракообразных / Л.И. Сажина. – К.: Наук. думка, 1987. – 156 с.
3. Степанов В.Н. Исследования гидромеханических характеристик планктонных копепод / Степанов В.Н., Светличный Л.С.. – К.: Наук. думка, 1981. – 128 с.
4. Bonnet B. *Calanus* the cannibal / B. Bonnet, J. Titelman, R. Harris // J. Plank. Res. – 2004. – Vol. 26. – P. 937–948.
5. Chinnery F.E. The influence of temperature and salinity on *Acartia* (Copepoda: Calanoida) nauplii survival / Chinnery F.E., Williams J.A. // Mar. Biol. – 2004. – Vol. 145. – P. 733–738.
6. Hubareva E. Fate of the Black Sea *Acartia clausi* and *A. tonsa* (Copepoda) penetrating into the Marmara Sea through the Bosphorus / E. Hubareva, L. Svetlichny, A. Kideys [et al.] // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2008. – Vol. 76. – P. 13–140.
7. McLaren I.A. Generation lengths of some temperate marine copepods: estimation, prediction, and implications // J. Fish Res. Board Can. – 1978. – Vol. 35. – P. 1330–1342.
8. McLaren I.A. Temperature adaptation of copepod eggs from the Arctic to the tropics / I.A. McLaren, C.J. Corkett, E.J. Zilliox // Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Mass. – 1969. – Vol. 137. – P. 486–493.
9. Miller D.D. The effects of salinity and temperature on the density and sinking velocity of eggs of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana / Miller D.D., Marcus N.H. // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1994. – Vol. 179. – P. 235–252.
10. Tester P.A. Why is *A. tonsa* restricted to estuarine habitats? / Tester P.A., Turner J. // Bulletin of the Plankton Society of Japan. – 1991. – Spec. Vol. – P. 603–611.
11. Titelman J. Motility of copepod nauplii and implications for food encounter / Titelman J., Kiorboe T. // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 2003. – Vol. 247. – P. 123–135.
12. Uye S. Development of neritic copepods *Acartia clausi* and *A. steueri*. I. Some environmental factors affecting egg development and the nature of resting eggs / S. Uye // Bull. Plank. Soc. Japan. – 1980. – Vol. 27. – P. 1–9.

О.С. Губарева, Л.С. Светличный

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СОЛОНІСТНА ТА ТЕМПЕРАТУРНА ТОЛЕРАНТНІСТЬ МОРСЬКИХ КОПЕПОД *ACARTIA CLAUSI* І *ACARTIA TONSA* У ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ПЕРІОД

На підставі вимірюваних величин щільності розрахована швидкість занурення яєць *Acartia clausi* і *A. tonsa*, відкладених у верхніх шарах Мармурового та Чорного морів, у шари з солоним і температурним градієнтами. Досліджено вплив поступових змін температури та солоності на виживання яєць цих видів копепод.

Ключові слова: *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, яйця, щільність, виживання, Мармурове море, Чорне море

E.S. Hubareva, L.S. Svetlichny

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SALINITY AND TEMPERATURE TOLERANCE IN MARINE COPEPODS *ACARTIA CLAUSI* AND *ACARTIA TONSA* DURING EMBRYONIC PERIOD

Speed of sinking to salinity and temperature gradients of the Marmara and Black Seas was calculated for eggs of *Acartia clausi* and *A. tonsa* laid in the upper layers basing on egg mass densities. The effect of gradual changing of temperature and salinity on egg hatching success of these species was studied.

Key words: *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, eggs, density, hatching success, Marmara Sea, Black Sea

УДК 582.232:[581.143+577.122.5]

И.Н. ГУДВИЛОВИЧ, А.Б. БОРОВКОВ, Р.П. ТРЕНКЕНШУ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУРЫ *DUNALIELLA SALINA* НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Исследована динамика плотности накопительной и квазинепрерывной культуры *Dunaliella salina* на различных питательных средах. На двух этапах рассчитана продуктивность культуры дуналиеллы

по биомассе. Показано, что для всех этапов культивирования продуктивность *D. salina* на среде Тренкеншу выше, чем на среде Ben-Amotz в 2,0–4,5 раза.

Ключевые слова: *Dunaliella salina*, продуктивность, квазинепрерывное культивирование

Зеленая галофильная микроводоросль *Dunaliella salina* Teod. широко известна как один из наиболее перспективных природных источников β -каротина и глицерина [3, 8]. Этот вид культивируется в промышленных масштабах в ряде стран, начиная с пятидесятих годов прошлого века. Тем не менее, проблема подбора режимов культивирования с целью увеличения выхода биомассы остается, по-прежнему, актуальной.

В настоящее время на практике применяются следующие методы культивирования: накопительный, непрерывный, непропорционально-проточный, квазинепрерывный [2]. С теоретической точки зрения все перечисленные методы можно рассматривать как частные случаи квазинепрерывного. Это дает возможность использовать в математических расчетах теорию роста [5]. С практической точки зрения наиболее важной характеристикой при промышленном культивировании микроводорослей является продуктивность культуры.

При выращивании зелёной микроводоросли *D. salina* широко используется питательная среда Ben-Amotz [9], которая ориентирована на получение «оранжевой формы» данной микроводоросли с повышенным содержанием β -каротина в клетках. Состав питательной среды Тренкеншу [4] позволяет получать плотную интенсивно растущую культуру клеток *D. salina* с зелёной окраской.

Целью данного эксперимента было определение продуктивности культуры *D. salina*, выращиваемой на средах Тренкеншу и Ben-Amotz в накопительном и квазинепрерывном режимах.

Материал и методы исследований

Объектом исследования была альгологически чистая культура зеленой галобной микроводоросли *Dunaliella salina* Teod. штамм IBSS-2 из коллекции культур ИнБИОМ НАН Украины. Водоросли культивировали в стеклянных фотобиореакторах плоскопараллельного типа с рабочей толщиной 5 см. Объем культуры составлял 5 дм³. Водоросли выращивали на средах Тренкеншу и Ben-Amotz, причём в последней среде использовали удвоенное количество биогенов с целью повышения рабочей плотности культуры. В процессе выращивания культура на среде Тренкеншу непрерывно снабжалась газовоздушной смесью с концентрацией углекислоты (2–3%), обеспечивающей оптимальную pH среды (8–9). Освещенность рабочей поверхности культиваторов составляла 80 Вт/м², температура – 28–30°C.

Рост культур регистрировали фотометрическим методом. Абсолютно сухую массу (АСМ) в пробе определяли объемно-весовым методом [1], после чего проводили перерасчет на ОВ (органическое вещество). Массовую долю зольного остатка определяли путем предварительного высушивания сырой биомассы при 105°C в течение 24 ч. и последующего сжигания в муфельной печи при t=500 °C.

На первом этапе осуществлялось накопительное культивирование, далее эксперимент продолжался в квазинепрерывном режиме, когда непрерывный рост клеток обеспечивается периодическим разбавлением культуры питательной средой [5]. В результате предварительных расчетов, были определены скорости потока: 0,2 сут⁻¹ для культуры *D. salina*, выращиваемой на среде Тренкеншу и 0,1 сут⁻¹ при культивировании на среде Ben-Amotz, так, чтобы получить при стационарном динамическом равновесии культуру одинаковую по плотности.

Результаты исследований и их обсуждение

Накопительное культивирование было организовано от первоначальной плотности культуры 0,12 г ОВ/дм³ (рис.). Выявленная лаг-фаза отсутствовала в связи с тем, что культуры были предварительно адаптированы к установленным физическим условиям, а также в связи с высокой начальной плотностью культуры.

Культура, выращиваемая на среде Ben-Amotz, достигла стационарной плотности на уровне 0,89 г ОВ/дм³ за 10-е сутки, а плотность культуры, выращиваемой на среде Тренкеншу, к этому же моменту составила 3,66 г ОВ/дм³. Такая значительная разница по плотности биомассы (более чем в 4 раза) для культуры, находящейся в идентичных условиях культивирования по температурным условиям и поверхностной освещенности, несомненно, связана со значительными количественными различиями основных биогенных элементов данных сред, а также с отсутствием дополнительной подачи газообразной углекислоты для культуры, выращиваемой на среде Ben-Amotz.

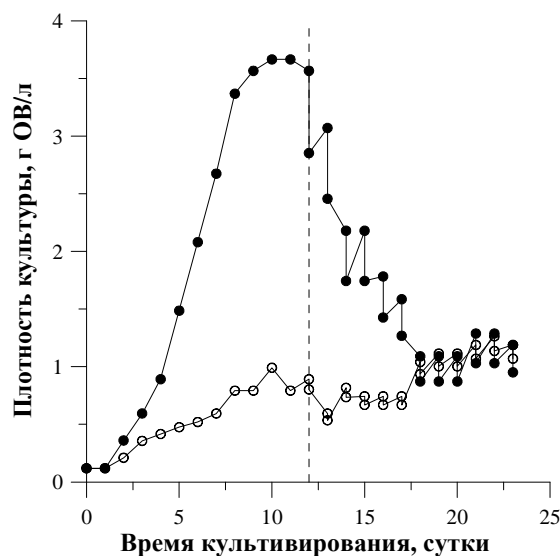


Рис. Динамика плотности накопительной и квазинепрерывной культуры *Dunalietta salina* Teod.; чѐрные маркеры – среда Тренкеншу; белые маркеры – среда Ben-Amotz; штриховая линия разделяет накопительный и квазинепрерывный режимы культивирования

Для полученных данных накопительной культуры *Dunalietta salina* произвели аппроксимирующие расчеты методом наименьших квадратов с параметрами, заданными согласно [5], и вычислили основные характеристики роста культуры в данных условиях (табл. 1).

Таблица 1

Основные ростовые характеристики накопительной культуры *Dunalietta salina*

Питательная среда	P_m , г ОВ/дм ³ сут	μ_m , сут ⁻¹	V_0 , г ОВ/дм ³	V_m , г ОВ/дм ³
Тренкеншу	0,61	0,56	0,12	3,66
Ben-Amotz	0,06	0,39	0,12	0,89

Примечание: P_m – максимальная продуктивность, μ_m – удельная скорость роста, V_0 – начальная плотность культуры, V_m – плотность культуры на стационарной фазе

Затем, с 12 дня культивирования эксперимент продолжили в квазинепрерывном режиме с удельной скоростью протока 0,2 сут⁻¹ для *D. salina*, выращиваемой на среде Тренкеншу и 0,1 сут⁻¹ для *D. salina*, выращиваемой на среде Ben-Amotz. В результате к 18-м суткам культивирования плотности культур практически совпали (рис.).

Рассчитанные фактические значения продуктивности по биомассе в сутки с единицы объема культуры для квазинепрерывного и накопительного (в среднем в сутки с 1 дм³ за 10 дней) режимов культивирования для описанных условий приведены в табл. 2.

Таблица 2

Продуктивность культуры *Dunalietta salina* при накопительном и квазинепрерывном режимах культивирования

Питательная среда	Режим культивирования	Плотность культуры, г ОВ/дм ³	Продуктивность, г ОВ/дм ³ сут
Тренкеншу	Накопительный	3,66	0,31
Ben-Amotz	Накопительный	0,89	0,07
Тренкеншу	Квазинепрерывный, 0,2 сут ⁻¹	1,25	0,25
Ben-Amotz	Квазинепрерывный, 0,1 сут ⁻¹	1,21	0,12

Продуктивности периодической и квазинепрерывной культуры, выращиваемой на среде Тренкеншу (табл. 2), имеют близкие значения, причѐм, значение продуктивности для квазинепрерывного режима ($\omega=0,2$ сут⁻¹) более низкое, чем при накопительном культивировании. При такой удельной скорости протока среды лимитирование по биогенным элементам маловероятно, так как при ежесуточном обмене отбирается 0,25 г ОВ/дм³, а вносится около 70 мг минерального азота на 1 дм³ (этого достаточно для синтеза 0,7–1,0 г биомассы) [7]. Наблюдаемое понижение продуктивности по сравнению с рассчитанной максимальной (P_m) может объясняться понижением объемной доли углекислоты до 2% на квазинепрерывном этапе культивирования.

Так как лимитирующим фактором для накопительной культуры на среде Ben-Amotz, вероятно, являлось отсутствие дополнительной подачи углекислоты, а не дефицит биогенных элементов, то увеличение продуктивности культуры при переходе к квазинепрерывному режиму,

возможно, вызвано ежедневным дополнительным внесением в суспензию свежей питательной среды, содержащей NaHCO_3 как возможного источника углерода.

Тем не менее, даже при понижении продуктивности квазинепрерывной культуры по сравнению с накопительной на среде Тренкеншу, продуктивность культуры на данной среде была выше продуктивности культуры на среде Ben-Amotz и на накопительном (в 4,5 раза) и квазинепрерывном (в 2 раза) этапах культивирования.

Выводы

Таким образом, показана возможность получения культуры *D. salina* с рабочей плотностью около 1,25 г ОВ/дм³ при выращивании данной микроводоросли на различных питательных средах за счёт изменения удельной скорости потока среды.

Продуктивность культуры на среде Тренкеншу на всех этапах культивирования была выше, чем продуктивность культуры на среде Ben-Amotz, причём при накопительном культивировании в 4,5 раза, а при квазинепрерывном – в 2 раза.

1. *Интенсивное* непрерывное культивирование хлореллы в плотностном режиме при различной освещенности / И.А. Терсков, И.И. Гительзон, Ф.Я. Сидько и др.; под ред. Г. М. Лисовского // Управляемое культивирование микроводорослей. – М. : Наука, 1964. – С. 55–84.
2. *Кокова В.Е.* Непропорционально-проточная культура простейших / Кокова В.Е., Лисовский Г.М. – Новосибирск: Наука, 1976. – 76 с.
3. *Масюк Н.П.* Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. / Н.П. Масюк. – К.: Наук. думка, 1973. – 487 с.
4. *Тренкеншу Р.П.* Влияние элементов минерального питания на продуктивность водоросли *Platymonas viridis* Rouch. / Р.П. Тренкеншу, В.Н. Белянин // Биология моря. – 1979. – № 51. – С. 41–46.
5. *Тренкеншу Р.П.* Простейшие модели роста микроводорослей II. Квазинепрерывная культура. / Р.П. Тренкеншу // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 98–110.
6. *Тренкеншу Р.П.* Простейшие модели роста микроводорослей II. Периодическая культура / Р.П. Тренкеншу // Экология моря. – 2005. – Вып. 67. – С. 89–97.
7. *Упитис В.В.* Макро- и микроэлементы в оптимизации минерального питания микроводорослей / В. В. Упитис. – Рига : Зинатне, 1983. – 320 с.
8. *Ben-Amotz A.* Accumulation of b-carotene in halotolerant algae: purification and characterization of b-carotene rich globules from *Dunaliella bardawil* (Chlorophyceae) / A. Ben-Amotz, A. Katz, M. Avron // J. Phycol. – 1982. – Vol. 18. – P. 529–537.
9. *Shaish A.* Effect of inhibitors on the formation of stereoisomers in the biosynthesis of β -carotene in *Dunaliella bardawil* / A. Shaish, M. Avron, A. Ben-Amotz // Plant. Cell. Physiol. – 1990. – Vol. 31, N 5. – P. 689–696.

І.Н. Гудвілович, А.Б. Боровков, Р.П. Тренкеншу

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУРИ *DUNALIELLA SALINA* НА РІЗНИХ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Досліджено динаміку щільності періодичної та квазібезперервної культури *Dunaliella salina* на різних поживних середовищах. На двох етапах розрахована продуктивність культури дуналієли за біомасою. Показано, що для всіх етапів культивування продуктивність *D. salina* на середовищі Тренкеншу вища, ніж на середовищі Ben-Amotz у 2,0–4,5 рази.

Ключові слова: *Dunaliella salina*, продуктивність, квазібезперервне культивування

I.N. Gudvilovich, A.B. Borovkov, R.P. Trenkenshu

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

PRODUCTIVITY OF CULTURE *DUNALIELLA SALINA* ON DIFFERENT NOURISHING ENVIRONMENTS

The dynamics of cell density of batch and semicontinuous culture of *Dunaliella salina* on different mediums were investigated. At the two stage productivity characteristics *D. salina* on biomass were estimated. It is shown that the productivity of the biomass of *D. salina* on the Trenkenshu medium is higher than on the Ben-Amotz medium in all stages of cultivation.

Key words: *Dunaliella salina*, productivity, semicontinuous cultivation

УДК [(504.054+504.062.4):(574.587:-035.3)]:(268.53)

А.Ю. ГУКОВ

Усть-Ленский государственный заповедник

ул. Академика Фёдорова, 28, Тикси, 678400, Республика Саха, Россия

РЕНАТУРАЛИЗАЦИЯ БУХТЫ ТИКСИ В МОРЕ ЛАПТЕВЫХ ПОСЛЕ ОЧИСТКИ ДНА ОТ ЗАТОНУВШЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

Загрязнение мелководного залива Булункан в бухте Тикси – результат воздействия целого комплекса антропогенных факторов. Большую роль играет загрязнение вод фенолами, затонувшей древесиной и её остатками. После проведения мероприятий по очистке дна залива от затонувшей древесины концентрации загрязняющих веществ, особенно фенолов, снижаются, т. к. уменьшается количество гниющей древесины. Биомасса зообентоса в 2008 г. изменялась от 5,83 г/м² до 30, г/м². В 2009 г. после очистки дна диапазон изменения значений этого показателя изменился от 25,7 г/м² до 35,6 г/м². Максимум значений плотности поселений зарегистрирован в августе 2009 г., что свидетельствует об относительном улучшении условий существования бентоса. Устойчивость водных экосистем залива Булункан к воздействию антропогенных факторов весьма низкая, она постепенно возрастает от прибрежной зоны в сторону моря.

Ключевые слова: биоценоз, зообентос, антропогенное загрязнение, очистка дна

Бухта Тикси расположена в юго-восточной части моря Лаптевых, ее площадь составляет 249 км². Бухта находится под сильным влиянием речного стока реки Лены. Загрязнение донных осадков и берегов происходило с 1932 г., когда началось строительство морского порта. Судходство, промышленные и бытовые стоки, сплав леса в 70–80-е годы двадцатого века привели к ухудшению качества вод и условий существования водных организмов, начиная от одноклеточных микроорганизмов, заканчивая полярными дельфинами–белухами. Средняя концентрация нефтяных соединений в донных осадках бухты Тикси составляет более 0,1 мг/г, причем в заливе Булункан концентрация нередко превышает 1,0 мг/г.

Одним из главных источников загрязнения моря и донных осадков является вынос речных вод р. Лены. В воде устьевого участка судходной Быковской протоки дельты Лены концентрация нефтяных углеводородов в течение года изменяется незначительно: в среднем от 0,02–0,04 мг/дм³ в период зимней межени до 0,05–0,08 мг/дм³ в летнюю межень. Наиболее высоким содержание нефтепродуктов было в годы интенсивного судходства: в 1978 г. (1,30 мг/дм³ – 26 ПДК) и 1979 г. (1,35 мг/дм³ – 27 ПДК). В 1979 г. было зарегистрировано и высокое придонное загрязнение (4 ПДК). Повышение концентрации нефтепродуктов в воде до 6 ПДК наблюдалось в устье Лены после катастрофического паводка в мае 2001 г. Возле села Кюсюр 31 мая 2001 г. наблюдалась концентрация 0,33 мг/дм³.

Определение содержания растворенного в воде кислорода показывает, что в течение года величины его концентрации близки к природным. Наблюдения за экологическим состоянием шельфа моря Лаптевых проводятся с 1978 г. путем отбора проб на гидробиологический и гидрохимический анализ на станциях в бухте Тикси и заливе Булункан и последующей их обработки [1].

В течение 2007–2008 гг. на акватории Тиксинского морского порта были проведены масштабные мероприятия по очистке дна бухты от затонувшей древесины. Лес, в основном тяжелая лиственница, в течение двадцати лет доставлялся по реке Лене в Тикси, где перегружался на морские суда-лесовозы и отправлялся по Северному морскому пути на экспорт. Во время штормов, при погрузочно-разгрузочных работах лес терялся, и со временем, тонул в заливе Булункан, который является частью бухты Тикси.

С целью сравнения состояния зообентоса в период 2007–2009 гг. были проведены гидробиологические исследования до начала работ по очистке дна бухты Тикси от затонувшей древесины и древесного мусора и после окончания работ. Гидрохимический и гидробиологический анализ проводился сотрудниками научного отдела Усть-Ленского заповедника и Тиксинского филиала Якутского управления по гидрометеорологии по методикам [6, 7]. Определяли видовой состав, плотность поселения и биомассу зообентоса.

Установлено, что концентрация кислорода в придонном слое может быть низкой и составлять 6,1 мг/дм³. Недостаток кислорода влияет на состояние гидробионтов [2]. В структуре донных биоценозов были обнаружены полихеты (более 70% общей численности организмов

бентоса), нетребовательные к кислороду [4]. Наиболее чувствительные к недостатку кислорода ракообразные, мизиды, изоподы и амфиподы, которые составляли менее 5% от общей численности бентоса.

Район акватории морского порта Тикси характеризуется обедненной фауной грунтов как в качественном, так и в количественном отношении. Здесь существует донный биоценоз *Oligochaeta* (при средней многолетней биомассе 12,2 г/м² и средней плотности поселения 1200 экз./м²), занимающий дно залива Булункан (табл.).

Таблица

Характеристика зообентоса в заливе Булункан в 2007–2009 гг. (средние значения)

Дата	Плотность поселения, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
06.08.2007	420	19,4
05.09.2007	460	20,6
04.10.2007	240	19,8
18.10.2007	200	20,6
20.11.2007	820	22,5
10.08.2008	711	30,4
06.09.2008	620	15,6
04.10.2008	160	5,83
24.10.2008	280,8	19,6
10.08.2009	630	25,7
19.08.2009	1130	32,4
25.08.2009	1240	35,6
28.08.2009	640	25,4

Сравнительный анализ биомассы зообентоса в 2008 г. и 2009 г. демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан.

После проведения мероприятий по очистке дна залива концентрации загрязняющих веществ, особенно фенолов, снижаются, так как уменьшается количество и объемы гниющей древесины. Биомасса зообентоса в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от 5,83 г/м² до 30,4 г/м². В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон значений этого показателя изменился: от 25,7 г/м² до 35,6 г/м². Максимум значений плотности поселений зарегистрирован в августе 2009 г., что свидетельствует об относительном улучшении экологических условий существования организмов бентоса [5].

Отмечено, что в донном населении бухты Тикси полностью отсутствуют пресноводные формы, в основном здесь распространены солоноватоводные и наиболее эвригалинные морские виды [3].

Неблагоприятная экологическая обстановка в мелководном заливе Булункан – результат воздействия целого комплекса негативных факторов: портовых и строительных работ на берегах, сброса в прибрежную (литоральную) зону стоков, мусора и т. д., судоходства и рыболовства. Большую роль играет загрязнение вод фенолами, затонувшей древесиной и древесными остатками.

По материалам экологического мониторинга известно, что хлоридное и сульфидное загрязнение также распространяется примерно из одного центра, ядрами которого служит залив Булункан. Открытая акватория в бухте Тикси с относительно большими глубинами обладает большими возможностями для самоочищения. Устойчивость водных экосистем постепенно возрастает от прибрежной зоны в сторону моря. В целом же устойчивость водных биоценозов мелководий в заливе Булункан к воздействию антропогенных факторов весьма низкая, что определяется экстремальностью и резкими изменениями (флуктуациями) водной среды.

Выводы

Сравнительный анализ количественных характеристик гидробиологических показателей в 2008 г. и 2009 г. демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан.

Неблагоприятная экологическая обстановка в этом мелководном заливе – результат воздействия целого комплекса негативных факторов: портовых и строительных работ на берегах, сброса в прибрежную (литоральную) зону стоков, мусора и т. д., судоходства и рыболовства. Большую роль играет загрязнение вод фенолами, затонувшей древесиной и древесными остатками.

Угнетающее воздействие на бентос оказывают и повышенные концентрации загрязняющих веществ.

После проведения мероприятий по очистке дна залива концентрации загрязняющих веществ, особенно фенолов, снижаются, т. к. уменьшается количество и объемы гниющей древесины – источника фенолов.

Устойчивость водных экосистем постепенно возрастает от прибрежной зоны в сторону моря. В целом же устойчивость водных биоценозов мелководий в заливе Булункан к возмущающему воздействию антропогенных факторов весьма низкая, что определяется экстремальностью и резкими изменениями (флуктуациями) водной среды.

Концентрации загрязняющих веществ имеют тенденцию к снижению по мере удаления от устьев проток дельты реки Лены в сторону моря и с возрастанием глубины моря. В отдельные периоды залповые поступления с речным стоком в устье реки Лены загрязняющих веществ, в том числе сульфидов и хлоридов, приводят к колебаниям численности и биомассы зоопланктона и мобильной части бентоса. Эти данные свидетельствуют о возможности воздействия на прибрежную, наиболее мелководную часть шельфа моря Лаптевых, со стороны загрязненных речных вод.

1. *Абрамова Е.Н.* К изучению зоопланктона Новосибирского мелководья моря Лаптевых / Е.Н. Абрамова // Биология моря. – 1996. – Т. 22, № 2. – С. 89–93.
2. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 442 с.
3. *Гуков А.Ю.* Донные биоценозы губы Буор-Хая (море Лаптевых) / А.Ю. Гуков // Океанология. – 1989. – Т. 29, № 2. – С. 316–317.
4. *Гуков А.Ю.* Рост и продукция популяций массовых видов двусторчатых моллюсков в бухте Тикси моря Лаптевых / А.Ю. Гуков // Океанология. – 1994. – Т. 34, № 2. – С. 259–261.
5. *Лисицын А.П.* Маргинальный фильтр океанов / А.П. Лисицын // Океанология. – 1994. – Т. 34, № 5. – С. 735–747.
6. *Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях.* – М.: Гидрометеоиздат, 1979. – 39 с.
7. *Руководство по методам химического анализа морских вод.* – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 208 с.

А.Ю. Гуков

Усть-Ленский державний заповідник, Тікси, Республіка Саха, Росія

РЕНАТУРАЛІЗАЦІЯ БУХТИ ТІКСІ В МОРІ ЛАПТЄВИХ ПІСЛЯ ОЧИЩЕННЯ ДНА ВІД ЗАТОНУЛОЇ ДЕРЕВИНИ

Забруднення мілін затоки Булункан в бухті Тіксі – результат дії комплексу антропогенних чинників. Велику роль відіграє забруднення вод фенолами, затонулою деревиною та її залишками. Після очищення дна затоки концентрації забруднюючих речовин, особливо фенолів, знижуються, оскільки зменшується кількість гниючої деревини. Біомаса зообентосу впродовж 2008 р. змінювалася від 5,83 г/м² до 30,4 г/м². В 2009 р. після очищення дна діапазон значень цього показника змінився від 25,7 г/м² до 35,6 г/м². Максимум густини поселень зареєстрований в серпні 2009 р., що свідчить про відносне поліпшення умов існування бентосу. Стійкість водних екосистем затоки Булункан до дії антропогенних чинників низька, вона поступово зростає від прибережної зони у бік моря.

Ключові слова: біоценоз, зообентос, антропогенне забруднення, очищення дна

А.Ю. Гуков

Ust'-Lensk State Preserve, Tiksi, Republic Sakha, Russia

RENATURALIZATION OF BAY TIKSI LAPTEV SEA AFTER CLEANING OF BOTTOM FROM THE SUNKEN WOOD

Contamination of the shallow bay Bulunkan in the Tiksi bay is the result of the anthropogenic. Large part is acted by contamination of waters by phenols, sunken wood. After cleaning measures on bottom of bay from the sunken wood of concentration of contaminating matters, is special phenols, go down, as the amount of rotten wood diminishes. In 2008 zoobenthos biomass changed from 5,83 g/m² to 30,4 g/m². In 2009 after cleaning of bottom the values of this index changed from 25,7 g/m² to 35,6 g/m². In August, 2009 the maximum of values of closeness of settlements is incorporated, that testifies to the relative improvement of terms of existence of benthos. Stability of water ekosystem of the Bulunkan bay to influence of antropogenyc factors is very low, it gradually increases from an off-shore area toward a sea.

Key words: biocenosis, zoobenthos, anthropogenic contamination, cleaning of bottom

УДК: 594.9 (262.5)

Л.Б. ДАЛЁКАЯ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОБРАСТАНИЯ НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ В СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЕ

На основании многолетних наблюдений в обрастании искусственных субстратов показаны различия последовательности, продолжительности и количестве фаз сукцессии в сообществах двух типов.

Ключевые слова: обрастание, сообщество, сукцессия

Разработанные рекомендации по прогнозированию обрастания, использованию различных методов борьбы с этим видом биоповреждений или культивированию гидробионтов, возможны к применению только при длительном и детальном изучении особенностей формирования и развития сообществ.

Согласно литературным источникам, направленные изменения в сообществах обрастания, свойственные биологической сукцессии, скорость и время, необходимые для достижения стационарного состояния, зависят от региональных, локальных характеристик акватории, физико-химических свойств субстрата и момента его погружения в море [1, 4–6], хотя ряд авторов высказываются за случайность заселения субстратов [7] и рассматривают сукцессию как смену короткоживущих видов долгоживущими [8].

Наши исследования показали, что в условиях стабилизации свойств и месторасположения субстрата, первостепенно значимым фактором в особенностях формирования доминирующих поселений макрообрастателей является начальная точка развития сообществ [2] и выявили два типа сукцессий [3].

В этой работе рассматривается последовательность доминирования массовых видов обрастания в сообществах двух типов с увеличением экспозиции субстратов и в течение года.

Материал и методы исследований

Наблюдения проводили в кутовой части Севастопольской бухты в 1984–1994 гг. с использованием стеклянных пластин. Ежемесячно субстраты (4–6 шт.) погружали в море на 1–12 месяцев. Через 30 суток одновременно анализировали обрастание 1–12-ти месячного возраста. Видовой состав и численность макрообрастателей в сообществах определяли на живом материале с применением оптики.

Результаты исследований и их обсуждение

Внутри каждого типа сообществ, развивающихся в октябре–апреле (1-й тип) и мае–сентябре (2-й тип), наблюдаются многолетние закономерности в последовательности периодов массового развития обрастателей, что позволило рассчитать среднюю численность доминирующих видов в сообществах с увеличением экспозиции субстратов и в течение года за весь период наблюдений.

На первых этапах сукцессии в сообществах 1-го типа доминирование по численности принадлежит гидроиду *Obelia loveni* (рис. 1А).

С увеличением возраста сообществ наблюдается волнообразный рост численности гидротек в течение 8-ми месяцев экспонирования субстратов. Первые три месяца характерно резкое увеличение численности гидротек до максимальных значений, а на 4–5-ом месяце развития сообществ, происходит аналогичное снижение их количества и завершается период доминирования *O. loveni*. В дальнейшем выявлено существенное уменьшение численности гидроида. На 6-ом месяце развития сообществ 1-го типа происходит переход сукцессии к второй стадии – доминированию оболочника *Botryllus schlosseri*, продолжающейся по 10-ый месяц развития обрастания. Встречается этот вид в течение 12-ти месяцев наблюдений.

Завершающую стадию первичной сукцессии определяют мидии *Mytilus galloprovincialis*. Оседают моллюски, начиная с 4-го месяца экспонирования субстратов (в летние месяцы в сообщество включается митилястер в незначительном количестве). В течение нескольких месяцев

численность двухстворчатых моллюсков невелика. Доминирующие поселения формируются в сообществах с 10-ти месячного возраста и функционируют длительное время.

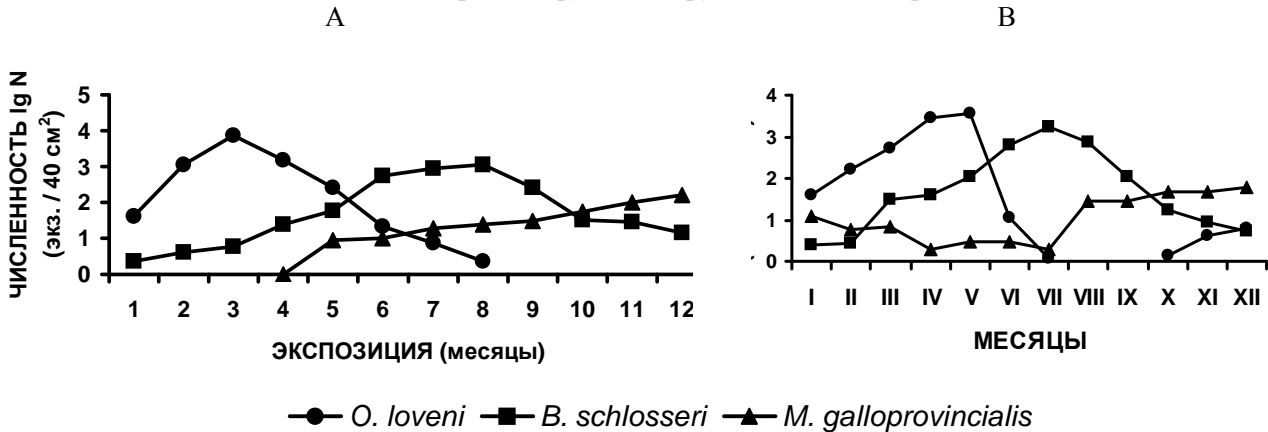


Рис. 1. Динамика средней численности доминирующих видов в сообществах 1 типа с увеличением экспозиции субстратов (А) и в течение года (В)

В сообществах 1-го типа выявлены периоды доминирования массовых видов обрастания в течение года (рис. 1В). В январе-мае доминирует *O. loveni* с максимальными значениями численности в мае. В июне количество гидротек резко уменьшается, а в июле-сентябре гидроид отсутствует в сообществах. В октябре-декабре в сообществах появляется небольшое количество *O. loveni*.

Колониальная асцидия *B. schlosseri* присутствует в сообществах, развивающихся с октября-апреля в течение всего года. Наблюдается волнообразный рост численности зооидов до максимальных значений в июле. Доминирование происходит с июня по октябрь, а затем количество оболочников уменьшается.

В ноябре и далее в обрастании преимущественное развитие имеет *M. galloprovincialis*. В сообществах 1-го типа формируется состояние климакса.

В сообществах 2-го типа с увеличением возраста сообществ наблюдается доминирование *B. schlosseri* (рис. 2А).

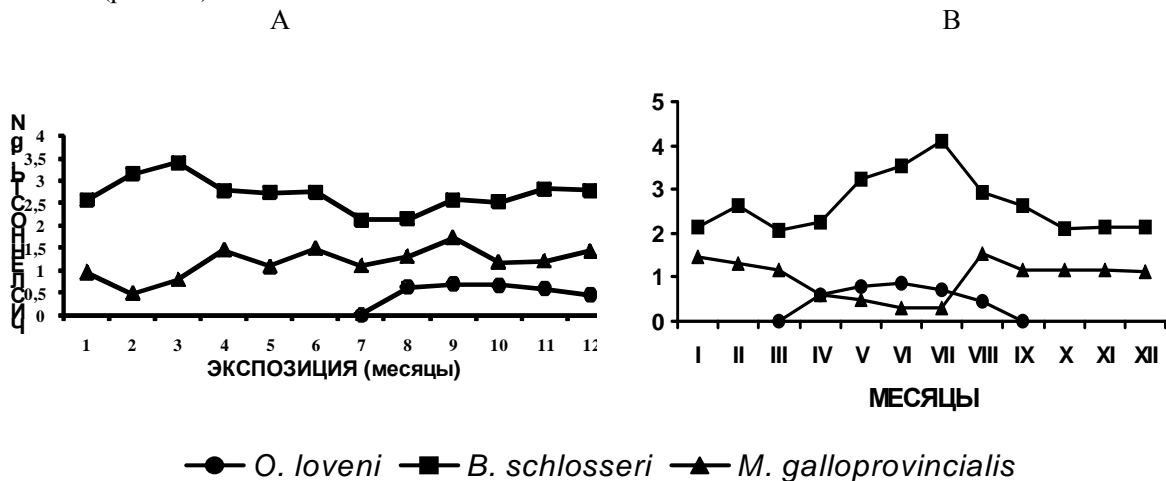


Рис. 2. Динамика средней численности доминирующих видов в сообществах 2-го типа с увеличением экспозиции субстратов (А) и в течение года (В)

Численность оболочников значительно превышает количество гидроида и мидий. Пик развития колониальных асцидий приходится на 3-ий месяц экспонирования субстратов, но и в остальное время сохраняются достаточно высокие значения численности. Гидроид *O. loveni* присутствует в сообществах только на 7-12-ом месяцах развития и имеет небольшие значения численности. Мидии доминируют в сообществах позже.

В течение года в сообществах 2-го типа доминирование также принадлежит оболочникам (рис. 2В). Мидии присутствуют в сообществах весь год в небольшом количестве. В апреле-июле

наблюдается снижение численности моллюсков. Происходит это в период увеличения численности в сообществах гидроидов и оболочников. Затем происходит некоторое увеличение численности двухстворчатых моллюсков. Гидроид встречается в марте-сентябре в незначительном количестве.

Выводы

Таким образом, в сообществах 1-го типа, развивающихся с октября–апреля, наблюдается последовательная смена фаз сукцессии с периодами доминирования *O. loveni*, *B. schlosseri*, *M. galloprovincialis*, что соответствует январю–маю, июню–сентябрю и октябрю–декабрю соответственно.

В сообществах 2-го типа, развивающихся с мая–сентября, с увеличением экспозиции субстратов доминирование оболочников *B. schlosseri* в обрастании продолжается в течение 12 месяцев. Гидроид *O. loveni* присутствует в незначительном количестве, мидии развиваются при более длительной экспозиции субстратов.

В течение года в сообществах доминирование также принадлежит колониальным асцидиям. В обрастании отмечено присутствие незначительного количества *O. loveni* в апреле–сентябре и *M. galloprovincialis* в январе–декабре. Выявлена одна стадия сукцессии – период доминирования оболочников. В течение первого года развития сообществ второго типа не происходит формирование климаксового состояния – периода доминирования мидий.

Отличительной особенностью сообществ 2-го типа является присутствие гидроида в сообществах в летние месяцы. В сообществах 1-го типа доминирование *B. schlosseri* исключает развитие *O. loveni* в этот период.

Выявленные периоды доминирования массовых видов позволяют прогнозировать развитие сообществ обрастания в конкретной точке акватории и разработать способы культивирования гидробионтов с минимальным количеством сопутствующих видов.

1. Брайко В.Д. Обрастание в Черном море / В.Д. Брайко – К.: Наук. думка, 1985. – 250 с.
2. Далекая Л.Б. Особенности сукцессии сообществ обрастания на искусственных субстратах / Л.Б. Далекая // Рыбне господарство України. – 2004. – №7. – С. 182–188.
3. Далекая Л.Б. Особенности развития макрообрастания на искусственных субстратах в Севастопольской бухте / Л.Б. Далекая // Рыбне господарство України. – 2005. – № 7. – С. 82–85.
4. Ошурков В.В. Сукцессии и динамика эпибентосных сообществ верхней сублиторали бореальных вод / В.В. Ошурков. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 205 с.
5. Развитие сообществ обрастания в различных экологических условиях: Мат. научн.-практ. конф. «Экологические проблемы Азово-Черноморского бассейна». – Керчь, 2005. – С. 18–24.
6. Протасов А.А. Ценоэкоморфная структура сообществ перифитона / А.А. Протасов // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 1. – С.10–19.
7. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от обрастания / А.И. Раилкин. – С.-П.: 1998. – 269 с.
8. Халаман В.В. Развитие сообществ обрастания и взаимоотношения между организмами-обрастателями в Белом море : автореф. дисс. ... докт. биол. наук / В.В. Халаман – С.-Пб, 2008. – 48 с.

Л.Б. Далекая

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПЕРВИННА СУКЦЕСІЯ УГРУПОВАНЬ ОБРОСТАННЯ НА ШТУЧНИХ СУБСТРАТАХ В СЕВАСТОПОЛЬСЬКІЙ БУХТІ

На основі багаторічних спостережень обростання штучних субстратів виявлена різниця послідовності, тривалості та кількості фаз сукцесії в угрупованнях двох типів.

Ключові слова: обростання, угруповання, сукцесія

L.B. Daleka

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

PRIMARY SUCCESSION OF ASSOCIATIONS OF BECOMING OVERGROWN WITH ON ARTIFICIAL SUBSTRATAKH IN SEVASTOPOL BAY

Longterm supervision of fouling communities (in two types) on the artificial substats has been conduct. Distinction in the sequence, duration and quantity of succession phases has been showed.

Key words: becoming overgrown with, association, succession

УДК 581.5:535.33:578

О.І. ДАЦЕНКО, В.Р. БОЙКО, О.О. ГРИГОР'ЄВА, М.А. БЕРЕЗОВСЬКА, В.О. ЗУЄВ

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ 01601

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДОРОСТЕЙ ЗА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМИ СПЕКТРАМИ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ

Досліджено спектри фотолюмінесценції діатомової водорості *Phaeodactylum tricornutum*, інкульованої вірусом тютюнової мозаїки. При низькій температурі критерій оцінки функціонального стану за загальною інтенсивністю фотолюмінесценції порушується, якщо збудження поглинається не в хлорофілі, а в іншому пігменті – сенсibilізаторі.

Ключові слова: фотолюмінесценція, хлорофіл, водорість, вірус тютюнової мозаїки

Одним з способів контролю за фізіологічним станом рослини є люмінесцентний метод, що полягає в аналізі спектра випромінювання хлорофілу і забезпечує експрес-діагностику стану клітин [6]. Ефективність фотолюмінесценції відображає вміст хлорофілу в хлоропластах, а розвиток фотосинтетичного апарату є показником функціонального стану.

У спектрі емісії хлорофілу спостерігають кілька смуг, кожна з яких відповідає окремому компоненту електротранспортної ланки фотосинтезу [3]. Отже, можна брати до уваги як загальну інтенсивність люмінесценції, так і інтенсивності окремих спектральних смуг. Зокрема, підвищення загальної інтенсивності фотолюмінесценції (ФЛ) відбувається під час вегетації [7], і є підстави вважати його ознакою розвитку рослини, а також показником поліпшення стану. Разом з тим, існує думка про те, що за певних умов збільшення загальної інтенсивності випромінювання хлорофілу слід розглядати як погіршення функціонального стану [6].

У більшості попередніх досліджень [4, 6, 7] ФЛ реєструють при кімнатній температурі. Проте вимірювання спектрів за низьких температур має багато переваг. По-перше, при зниженні температури спрощується реєстрація люмінесценції, оскільки підвищується її ефективність внаслідок зменшення ймовірності процесів безвипромінювальної рекомбінації в молекулах, коли енергія збудження замість випромінювання кванта світла переходить у теплову. По-друге, зменшується ширина спектральних смуг. Ці фактори дозволяють, зокрема, точніше визначати максимуми смуг і з більшою точністю вимірювати їх відносні інтенсивності. Крім того, за низьких температур у спектрі можуть сильніше проявлятися наслідки впливу зовнішніх чинників на організм [2].

Мета роботи – проаналізувати можливість змін критеріїв оцінки функціонального стану за спектрами люмінесценції при низьких температурах.

Матеріал і методи досліджень

Було досліджено спектри ФЛ водорості *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, інкульованої вірусом тютюнової мозаїки (ВТМ). *P. tricornutum* – морська діатомова водорість, яка широко використовується як модельний об'єкт для різних біологічних досліджень. Крім того, це одна з двох діатомових водоростей, геном яких повністю секвеновано [8]. Вірус тютюнової мозаїки (ВТМ) має широке коло рослин-господарів і легко передається механічним шляхом [9]. Відомо [5], що ВТМ може проникати в клітини зелених водоростей, які філогенетично споріднені з вищими рослинами. Разом з тим відомо [1], що вірусам притаманна висока екологічна пластичність, що дозволяє їм адаптуватися до нових умов навколишнього середовища та знаходити нових господарів.

Для дослідження можливості взаємодії *P. tricornutum* із ВТМ водоростева суспензія була розділена на дві лінії. В одну з ліній було внесено суспензію ВТМ (кінцева концентрація – 200 мкг/мл), друга лінія слугувала контролем. Вік культур, використаних для експерименту, становив 14 діб.

При аналізі спектрів слід враховувати ряд факторів. Наприклад, при зміні температури інтенсивності різних смуг можуть змінюватись по-різному, тому при зниженні температури спектр може змінити форму. Крім того, люмінесценція хлорофілу може бути сенсibilізованою, коли довжина хвилі збуджувального світла знаходиться поза областю поглинання хлорофілу *a*. Тоді поглинання збуджувального світла відбувається не в хлорофілі, а в сенсibilізаторі – іншому

пігменті, котрий згодом передає збудження молекулі хлорофілу, як це часто відбувається в процесі фотосинтезу. Такого типу ФЛ чутливіша до температури, оскільки додатково містить канал передачі енергії збудження.

Для збудження люмінесценції використовувалося два джерела з різними довжинами хвиль: азотний імпульсний лазер ИЛГИ-503 з довжиною хвилі 337 нм і середньою потужністю 3,5 мВт та аргонний лазер неперервної дії ЛГН-402 з довжиною хвилі 488 нм і потужністю 19 мВт. Випромінювання першого джерела здатне поглинатися в хлорофілі *a*, хоча й знаходиться на периферії смуги поглинання, а довжина хвилі випромінювання другого лазера потрапляє у вікно прозорості цього пігменту (поза областю поглинання) і натомість може поглинатися в інших пігментах клітини, наприклад, хлорофілі *b* або каротині. Тому слід очікувати, що в останньому випадку люмінесценція буде сенсibilізованою.

Результати досліджень і їх обговорення

В спектрі досліджених водоростей загалом спостерігалися дві смуги (рис. 1, 2). При кімнатній температурі найінтенсивнішою була короткохвильова смуга з максимумом на довжині хвилі близько $\lambda_{\text{II}} = 682$ нм, поряд із нею спостерігалася смуга з максимумом на $\lambda_{\text{I}} = 708$ нм. Джерелом обох смуг вважають хлорофіл *a*: першу смугу відносять до випромінювання молекул, що знаходяться в фотосистемі (ФС) II, другу пов'язують з молекулами ФС I. Форма довгохвильового крила спектральної кривої дозволяє припустити присутність у спектрі щонайменше ще однієї смуги в околі $\lambda \approx 740$ нм.

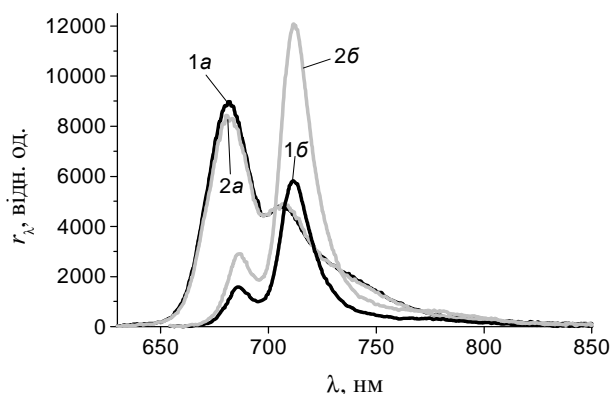


Рис. 1. Спектри ФЛ контрольної (1) та інокульованої (2) культури *Phaeodactylum tricornutum* при 300К (а) та 80К (б). Збудження 488 нм.

Дані, отримані у випадку непрямого збудження центрів люмінесценції (молекул хлорофілу *a*), наведені на рис. 1. Можна бачити, що люмінесценція зразка, інокульованого вірусом, мало відрізняється від люмінесценції контрольної як за загальною інтенсивністю, так і за формою спектра. Відмінність полягає лише в невеликому зменшенні інтенсивності смуги λ_{II} . Вважається, що ФС II рослини більш чутлива до зовнішнього впливу, тому показником функціонального стану часто обирають відношення інтенсивностей спектральних смуг хлорофілу $f = I(\lambda_{\text{II}}) / I(\lambda_{\text{I}})$ [3]. Зменшення цього відношення трактується відповідно як погіршення функціонального стану, що ми, власне, й спостерігали після обробки культури вірусом.

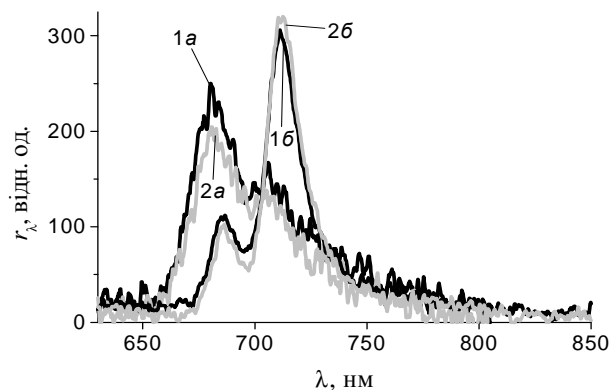


Рис. 2. Спектри ФЛ контрольної (1) та інокульованої (2) культури *Phaeodactylum tricornutum* при 300К (а) та 80К (б). Збудження 337 нм.

Результати, отримані при збудженні в області поглинання хлорофілу *a*, наведені на рис. 2. При кімнатній температурі вони в межах похибки (на рівні шумів) і подібні до наведених на попередньому рисунку. При охолодженні рідким азотом до 80 К склад спектрів залишився таким же, як і за нормальних умов, хоча в спектрі починає домінувати смуга λ_1 . Крім того, смуги дещо звужуються і зазнають довгохвильового зсуву, так що максимум смуги λ_{II} тепер знаходиться на довжині хвилі 685 нм, а смуга λ_I розташована на відмітці 712 нм.

При прямому збудженні центрів люмінесценції, якими є молекули хлорофілу *a*, дані контрольного та інокульованого вірусом зразків за низьких температур також подібні (рис. 2): відношення f у спектрі для останнього теж дещо зменшене, а загальна інтенсивність люмінесценції змінюється мало. Коли ж збудження відбувається в іншому пігменті (рис. 1), інтенсивність ФЛ зараженої культури виявляється суттєво вищою, ніж у контрольного зразка, хоча, пронормувавши спектри на максимум, неважко переконатися, що тенденція до зменшення відношення f зберігається. Зазначимо, що у разі зміни довжини хвилі збудження з 337 нм на 488 нм це відношення теж дещо зменшується.

Висновки

Метод контролю функціонального стану рослини за інтенсивністю низькотемпературної фотолюмінесценції хлорофілу має свої особливості. Коли люмінесценція сенсibilізована, тобто збуджувальне світло поглинається не в центрах емісії, ефективність випромінювання організму з гіршим функціональним станом може виявитись вищою, ніж у рослини, що перебуває в кращому стані. Натомість інша ознака пригнічення рослини – зменшення відношення f інтенсивностей смуг спектра – зберігається.

Причиною збільшення інтенсивності низькотемпературної люмінесценції зараженої культури в порівнянні з контролем ми вважаємо появу у культурі, інокульованій вірусом, додаткового сенсibilізаційного центра, де, як і в основному сенсibilізаторі, лазерне збудження з довжиною хвилі 488 нм ефективно поглинається і передається далі хлорофілу *a*, на відміну від ультрафіолетового випромінювання. Особливістю нового сенсibilізатора є те, що він активний лише за низьких температур.

1. Бойко А.Л. Экология вирусов растений / А.Л. Бойко. – К.: Вища шк., 1990. – 116 с.
2. Вакуленко О.В. Люминесцентный контроль функционального состояния *Vallisneria spiralis* L., облученной микроволновой радиацией / О.В. Вакуленко, О.О. Григорьева, А.И. Даченко // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. – Т. 50, № 2. – С. 211–216.
3. Веселовский В.А. Люминесценция растений: Теоретические и практические аспекты / Веселовский В.А., Веселова Т.В. – М.: Наука, 1990. – 200 с.
4. Карнаухов В.Н. Люминесцентный анализ клеток / В.Н. Карнаухов. – Пущино, 2002. – 131 с.
5. Про можливість штучного ураження ґрунтової водорості *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrova (Chlorophyta) вірусом тютюнової мозаїки / В.Р. Бойко, І.Ю. Костіков, Н.А. Сенчугова [та ін.] // Вісн. Запорізького держ. ун-ту. – Запоріжжя, 2004. – № 1. – С. 33–39.
6. Рубин А.Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге / А.Б. Рубин // Биология. – 2000. – С. 7–13.
7. Фатеева Н.Л. Дистанционная диагностика состояния растений на основе метода лазерно-индуцированной флуоресценции: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. физ.-мат. наук / Н.Л. Фатеева. – Новосибирск: Институт оптики атмосферы имени академика В.Е. Зуева Сибирского отделения РАН, 2007.
8. The *Phaeodactylum* genome reveals the evolutionary history of diatom genomes / C. Bowler, A. Allen, J. Badger [et al.] // Nature. – 2008. – Vol. 456. – P. 239–244.
9. *Virus Taxonomy*. VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / C.M. Fauquet, M.A. Mayo, J. Maniloff [et al.]. – Academic Press, 2005. – 1162 p.

О.І. Даченко, В.Р. Бойко, О.О. Григорьева, М.А. Березовская, В.О. Зув

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СПЕКТРАМ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Исследованы спектры фотолюминесценции диатомовой водоросли *Phaeodactylum tricornutum*, инокулированной вирусом табачной мозаики. При низкой температуре критерий оценки функционального состояния по общей интенсивности фотолюминесценции нарушается, если возбуждение поглощается не в хлорофилле, а в другом пигменте – сенсibilизаторе.

Ключевые слова: фотолюминесценция, хлорофилл, водоросль, вирус табачной мозаики

O.I. Datsenko, V.R. Boyko, O.O. Grigor'eva, M.A. Berezovska, V.O. Zuev

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

FEATURES OF CONTROL OF THE FUNCTIONAL STATE OF ALGAE ARE AFTER THE LOW TEMPERATURE SPECTRUMS OF PHOTOLUMINESCENCE

Photoluminescence spectra of the *Phaeodactylum tricornutum* diatom alga inoculated by the tobacco mosaic virus are measured. The estimation criterion of the functional state by the total photoluminescence intensity is transgressed at the low temperatures if the excitation light is absorbed at the sensitizer pigment rather than at the chlorophyll.

Key words: photoluminescence, chlorophyll, alga, virus of tobacco mosaic

УДК 574.5

Н.В. ДЕРЕЗЮК

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

вул. Маяковського, 7, Одеса 65082

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ФІТОПЛАНКТОНУ В ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ О. ЗМІЙНИЙ (2003-2009 рр.)

Досліджено видовий склад та кількісні характеристики фітопланктону, який розвивався на прибережній акваторії о. Зміїний. По даним 2009 р. був виконаний аналіз просторового та вертикального розподілу основних характеристик мікроводоростей.

Ключові слова: фітопланктон, о. Зміїний, біомаса, індекс Шенона, просторовий розподіл, вертикальний розподіл

Актуальність досліджень альгофлори полягає в комплексній оцінці морської екосистеми українського шельфу, особливо в контактних районах. Особливості прибережних вод о. Зміїний визначаються періодичним впливом Дунайського стоку, що створює умови для розвитку окремих видів та угруповань фітопланктону, за допомогою яких можна оцінювати якість вод р. Дунай.

Метою дослідження було вивчення видового складу фітопланктону, його кількісних характеристик та просторового розподілу на прибережній акваторії для оцінки сучасного стану біоти о. Зміїний.

Матеріал і методи досліджень

В основу дослідження покладені дані моніторингу, проведеного в 2003-2009 рр. на постійній станції (причал, глибина 8 м), та на прилеглий акваторії. Зразки фітопланктону відбирали регулярно кожні 5 (у 2003-2008 рр.) та 10 діб (у 2009 рр.). В 2009 р. були проведені щосезонні обстеження прибережної акваторії на відстані 5-530 м від берегу, що відповідало глибинам 1-30 м: у квітні, липні та в жовтні-листопаді. Зібрано більше 1000 проб фітопланктону.

Концентрування проб фітопланктону проводили методом осадження, в якості консерванту був використаний формалін [6]. Камеральна обробка проб фітопланктону була проведена за допомогою мікроскопів БІОЛАМ Р-12, МІКМЕД-2 та HUND-H600. Розрахунки об'єму клітин мікроводоростей, сумарної чисельності та біомаси виконані з застосуванням програми «TRITON»[®], індекс видової різноманітності розраховували за формулою Шенона [1, 7, 9].

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом семирічного періоду досліджень в прибережних водах о. Зміїний зареєстровано більше 300 видів мікроводоростей 8 таксономічних відділів: *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae* (*Cyanobacteria*), *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyceae*, *Ebriophyceae* [8]. Зазвичай спостерігали три сезонні максимуми в розвитку фітопланктону – навесні, влітку і восени. В зимовий період (з грудня до березня) спостереження не проводили.

Встановлено, що річковий стік Дунаю є головним чинником, що впливає на особливості розвитку фітопланктону – різноманітність видового складу, а також на щільність мікроводоростей в прибережній акваторії о. Зміїний, головню, у весняно-літній період [2-4]. У багатоводні роки у

весняно-літній період кількість видів фітопланктону в середньому в 2 рази вище порівняно з маловодними роками, що значно збільшує величини сумарної чисельності та біомаси [8].

Згідно даних останніх двох років (2008–2009) внесок прісноводних мікроводоростей був несуттєвим, що свідчить про те, що річковий стік Дунаю майже не впливав на біоту острова. При цьому сумарна чисельність мікроводоростей змінювалась в широкому інтервалі від $75 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$ до $46680 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$. Індекс видової різноманітності (індекс Шенона) коливався в інтервалі від $0,1 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$ до $3,46 \text{ біт} \cdot \text{кл}^{-1}$ відповідно сезонним змінам максимумів та мінімумів фітопланктону. В 2008–2009 рр. в угрупованнях фітопланктону майже завжди домінували діатомові водорості, переважно *Proboscia alata* (Bright.) Sunst. та види р. *Pseudo-nitzschia*, чисельність яких сягала відповідно $1030 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$ і $23000 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$. Рівень розвитку дінофітових зазвичай був трохи меншим: протягом спостережень наймасовішими були види *Heterocapsa triquetra* (Ehr.) Stein (максимальна чисельність становила $1140 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$), *Lessardia* spp. та *Prorocentrum cordatum* (Osten.) Dodge (чисельність сягала $330 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$). У гаптофітових мікроводоростей (*Prymnesiophyceae*) в 2008 р. спостерігали також майже піврічну вегетацію виду *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler., максимальна чисельність якого – $2410 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$. Кріптофітові мікроводорості *Monas* spp. іноді також складали значну частину фітопланктону ($6470 \text{ кл} \cdot 10^6 \cdot \text{м}^{-3}$). Останні два роки сумарна сира біомаса мікроводоростей на поверхні акваторії коливалася в межах $81,6\text{--}48579,7 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, у придонному шарі води сумарна сира біомаса змінювалася в інтервалі від $20,6 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ до $34094,5 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. Великі значення маси водоростей в періоди сезонних максимумів обумовлювали значну концентрацію хлорофілу *a* в товщі води біля острова, а також створювали велику частку органічної речовини для розвитку бактеріопланктону [5]. В останні 2 роки не реєстрували аномально великих величин біомаси та тривалої вегетації монодомінантних угруповань, що свідчить про нормальне функціонування автотрофної ланки прибережної екосистеми [1]. Також в досліджених зразках води значно зменшилась кількість токсичних і потенційно-токсичних видів, особливо “крупних” ціанобактерій, які зазвичай ідентифікують фітопланктонологи.

Сезонні моніторингові спостереження прибережної акваторії (на відстані 20–530 м від берега) наприкінці квітня 2009 р. співпали з закінченням весняного “цвітіння” планктону, що в цьому районі Чорного моря спостерігається з березня до травня [2, 3]. За відсутності впливу Дунаю просторовий розподіл мікроводоростей цілком залежав від вітрового режиму (рис. 1А). Мінімальні концентрації фітопланктону спостерігали на мілководді поблизу берега ($430\text{--}4360 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$). Максимальна щільність фітопланктону була зареєстрована на поверхні південної частини акваторії: на ізобатах 14–16 м біомаса сягала $11240\text{--}11370 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. В напрямку від берега при збільшенні глибини маса мікроводоростей в товщі води зменшувалася.

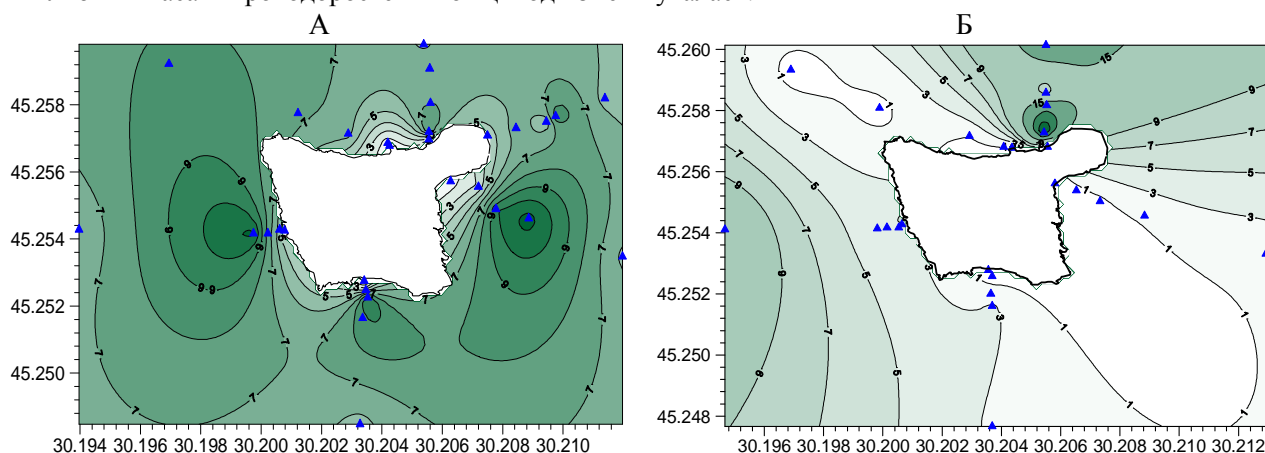


Рис. 1. Розподіл біомаси фітопланктону на прибережній акваторії о. Зміїний в 2009 р., $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$: А – квітень; Б – жовтень-листопад. ▲ – станція збору води для досліджень

В липні 2009 р. період моніторингу прибережної акваторії співпав з літнім максимумом розвитку фітопланктону. Біомаса мікроводоростей змінювалася в інтервалі від $54,5 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (у придонних шарах) до $15734,7 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (у поверхневих шарах) також в умовах домінування діатомей. “Ядра” скупченості фітопланктону спостерігали на поверхні південно-східної частини акваторії та в придонних шарах північної частини. Дослідження прибережної акваторії в жовтні-листопаді 2009 р. співпали з закінченням осіннього “цвітіння” фітопланктону. Біомаса мікроводоростей на поверхні змінювалася в інтервалі від $66,3 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ до $19467,5 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ при домінуванні *Proboscia alata*

(Bright.) Sunst. Видова різноманітність угруповань поверхневого фітопланктону відповідала рівню “цвітіння”, величини індексу Шенона в середньому складала $2,6 \text{ біт} \cdot \text{екз}^{-1}$. Просторовий розподіл мікродоростей біля острова був майже однорідним. Виняток становила північна частина акваторії, де було зареєстровано існування дуже великих значень біомаси (рис. 1Б).

Вертикальний розподіл фітопланктону наведено на рис. 2. Наприкінці жовтня на ізобатах глибше 25 м спостерігали поступове зменшення біомаси водоростей від максимуму на поверхні до дна, навіть на західній частині акваторії (Дунайська сторона, рис. 2А). В листопаді при обстеженні північно-західної частини було встановлено, що скупчення водоростей “заглиблюються” до 7–10-метрових відміток, а в поверхневих шарах реєстрували мінімум біомаси (рис. 2Б).

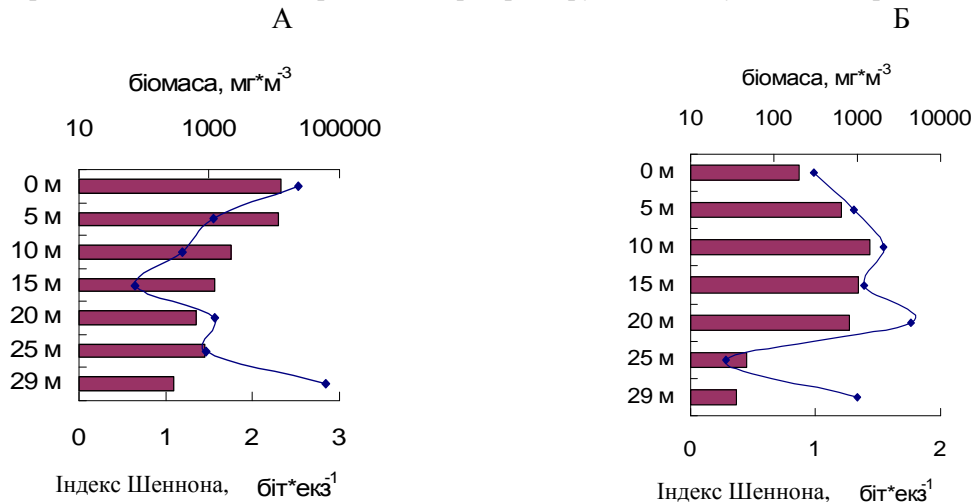


Рис. 2. Вертикальний розподіл характеристик фітопланктону восени 2009 р. на прибережній акваторії о. Зміїний: А – жовтень, західна частина, Б – листопад, північно-західна частина; ■ – біомаса, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$, $\text{—}\blacklozenge\text{—}$ – індекс Шеннона, $\text{біт} \cdot \text{екз}^{-1}$

Висновки

Встановлено, що прибережний фітопланктон у 2008–2009 рр. порівняно з 2003–2007 рр. розвивався без порушень: не реєстрували аномально великих величин сумарної біомаси мікродоростей або вегетації окремих видів та угруповань фітопланктону, небезпечних для гідробіонтів та людини.

Автор висловлює свою щиру вдячність співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень ОНУ ім. І.І. Мечникова: Газетову Є.І. за допомогу у підготовці графічного матеріалу, вахтовому персоналу науково-дослідної станції «Острів Зміїний» під керівництвом Снігірьова С.М., які збирали планктонні проби. Особливу подяку автор висловлює науковому керівнику досліджень Медінцю В.І. за зауваження при підготовці статті та постійну увагу до досліджень.

1. *Барінова С.С.* Биоразнообразие водорослей–индикаторов окружающей среды. / С.С. Барінова, Л.А. Медведєва, О.В. Анисимова. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.
2. *Дерезюк Н.В.* Весенне–літній фітопланктон району о. Зміїний і прилеглих акваторій // Вісник ОНУ. – 2005. – Т. 10, вип.4. Біологія. – С. 159–165.
3. *Дерезюк Н.В.* Результаты мониторинга состояния фитопланктона в прибрежных водах острова Змеиный в 2004–2006 гг. / Н.В. Дерезюк, В.И. Медінец, О.П. Конарева // 36. наук. ст. Міжн. наук.-практ. конф. “Екологічні проблеми Чорного моря”. Одеса, 31 травня–1 червня 2007 р. – Одеса: ІНВАЦ, 2007. – С. 82–85.
4. *Зайцев Ю.П.* Северо–западная часть Черного моря: биология и экология. / Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева и др. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 432–433.
5. *Ковалева Н.В.* Исследование закономерностей пространственного распределения бактерий и фотосинтетических пигментов в прибрежных водах о. Змеиный / Н.В. Ковалева, В.И. Медінец, С.М. Снігирев.// 36. наук. ст. Міжн. наук. –практ. конф. “Екологічні проблеми Чорного моря”. Одеса, 29–30 жовтня, 2009 рр. – Одеса: Інноваційно-інформаційний центр “ІНВАЦ”, 2009. – С.111–113.
6. *Методические основы комплексного экологического мониторинга океана.* – М.: Московское отделение Гидрометеоздат, 1988. – С. 185–200.
7. *Одум Ю.* Экология: В 2-х т. Т.2. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – С. 133–134.
8. *Острів Зміїний: екосистема прибережних вод: монографія* / В.А. Сминтина, В.І. Медінец, І.О. Сучков [та ін.]; відп. Ред. В.І. Медінец; Одес. Нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. – Одеса: Астропринт, 2008. – XII, 228 с.

9. Программа для первичной математической обработки гидробиологических проб "TRITON". Свид. Гос. регистр. ПА № 3322, 15.08.2000 г.

Н.В. Дерезюк

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ О. ЗМЕИНЫЙ (2003–2009 гг.)

Исследован видовой состав и количественные характеристики фитопланктона, развивавшегося на прибрежной акватории о. Змеиный. По данным 2009 г. был выполнен анализ пространственного и вертикального распределения основных характеристик микроводорослей.

Ключевые слова: фитопланктон, о. Змеиный, биомасса, индекс Шеннона, пространственное распределение, вертикальное распределение

N.V. Derezyuk

Odesa National University named after I.I. Mechnikov

FEATURES OF DEVELOPMENT OF FITOPLANKTON ARE IN OFF-SHORE WATERS OF O. ZMEINY (2003–2009)

A research into species composition has been undertaken and evaluation of quantitative characteristics carried out for phytoplankton that kept developing within the coastal zone of Zmeiny Island. Analysis of spatial and vertical distribution of major parameters of microalgae has been fulfilled based on 2009 data.

Key words: phytoplankton, Zmeiny Island, biomass, index of Shannon, spatial distributing, vertical distributing

УДК 592(210.5)(262.5)

В.Г. ДЯДИЧКО

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

вул. Пушкінська 37, Одеса 650011

Наведені попередні підсумки дослідження безхребетних порових вод двох піщаних пляжів м. Одеси (Лузанівка та Ланжерон)

ДО ВИВЧЕННЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ ПОРОВИХ ВОД ПІЩАНИХ ПЛЯЖІВ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ

Ключові слова: псамоконтур моря, безхребетні, інтерстиціальні води, Одеська затока, Чорне море

Контурні біотопи та їх населення відіграють дуже важливу роль у функціонуванні будь-якої екосистеми, це так звані "гарячі екологічні точки" [4]. Псамоконтур є одним з найважливіших у господарському та соціальному відношеннях контурних біотопів Чорного моря, оскільки саме він є основною зоною нагулу молоді риб та рекреації. Це свідчить про актуальність та необхідність дослідження всіх компонентів його біоти.

Перші спеціальні дослідження організмів чорноморського псамоконтуру в межах України були проведені в 40 рр. ХХ ст. на західному узбережжі Криму [7]. В Одеській філії Інституту біології південних морів (ОФ ІБПМ) проводяться багаторічні дослідження інтерстиціальних безхребетних (насамперед, мейобентосу) північно-західної частини Чорного моря, що відображено у монографіях Л.В. Воробйової та співавт. [1–3].

Не зважаючи на це, за межами досліджень залишалося питання про порівняльну характеристику населення інтерстиціальних та прибережних вод Одеського узбережжя в зоні їх безпосереднього контакту. Для вирішення цього завдання в 2007–2009 рр. під керівництвом академіка Ю.П. Зайцева були розпочаті комплексні дослідження гідробіонтів порових вод пляжів міста Одеси [5].

Матеріал і методи досліджень

Матеріал зібраний автором в період з жовтня 2007 р. до липня 2009 р. в експедиційних виїздах ОФ ІБПМ на пляжах Ланжерон та Лузанівка (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість проб порової та прибережної морської води у 2007–2009 рр.

Район відбору проб	Період відбору	Кількість проб
Пляж Лузанівка	10.2007, 01.2008, 03.2008, 05.2008, 07.2008, 04.2009 07.2009	25
Пляж Ланжерон	11.2007, 01.2008, 03.2008, 05.2008, 07.2008, 04.2009 07.2009	28

Проби відбирали в ямах, виритих в піску в зоні урізу води (станція «Яма 1») та на відстані від 1,5 м до 16,3 м від нього (станції «Яма 2» та «Яма 3»). З кожної ями відбирали 10–30 дм³ води залежно від інтенсивності її заповнення поровими водами. Воду пропускали через млиновий газ із діаметром чарунки 80 мкм. Одночасно з цим відбирали пробу морського зоопланктону на відстані 2–5 м від берега, профільтровуючи 50 дм³ води через такий самий газ. Зібрані проби фіксували 4% формаліном та обробляли за загальноприйнятими методами дослідження зоопланктону [6].

Результати досліджень та їх обговорення

В порових водах досліджуваних пляжів зареєстровані організми 13 таксонів, включно на пляжі Лузанівка – 11 таксонів, на пляжі Ланжерон – 9 (табл. 2).

Таблиця 2

Таксономічний склад безхребетних в порових та морських прибережних водах пляжів Лузанівка та Ланжерон в 2007–2009 рр.

Таксони	Пляж Лузанівка		Пляж Ланжерон	
	ПВ	МВ	ПВ	МВ
<i>Noctiluca scintillans</i> Kof., Sw., (1921)		+		+
Nematoda g. sp.	+	+	+	+
Rotatoria g. sp.		+		
<i>Synchaeta</i> sp.		+		+
Oligochaeta g. sp.	+	+	+	+
Polychaeta g. sp., larvae	+	+		+
Gastropoda g. sp., larvae				+
Bivalvia g. sp., larvae		+	+	+
<i>Pleopis polyphaeoides</i> (Leucart, 1859)		+		+
Ostracoda g.sp.		+		+
<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889		+		+
<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck, 1872)		+		+
Copepoda g. sp., nauplii	+	+	+	+
Cyclopoida g. sp.	+	+	+	+
<i>Cyclopina gracilis</i> Claus, 1863	+	+		
Harpacticoida g. sp.	+	+	+	+
<i>Balanus</i> , nauplii		+		+
<i>Sphaeroma pulchellum</i> (Colosi, 1921)				+
Acari g. sp. (ймовірно ґрунтові)	+	+	+	+
Collembola g.sp.	+	+	+	
Psocoptera g. sp.	+			
Diptera g. sp., larvae	+		+	
Всього таксонів	11	18	9	17

Примітка: ПВ – порові води, МВ – морські прибережні води.

Ймовірно, що бідніший таксономічний склад інтерстиціальних безхребетних пляжу Ланжерон пов'язаний з намитим дрібним піском, внаслідок чого кисневий режим тут погіршився. На цьому пляжі вже на глибині близько 10 см пісок мав чорний колір та стійкий запах сірководню, тоді як на пляжі Лузанівка шари піску, що містили сірководень, лежали значно глибше, запах при цьому був слабким.

Варто відмітити, що крім типових представників мейобентосу (Nematoda, Oligochaeta, деякі Harpacticoida) в оброблених пробах зустрічались морські пелагобентичні форми – *Cyclopina gracilis*,

а також ґрунтово-епінейстонні організми (Collembola). Останні в січні набували значної чисельності в порових водах (до 245000 екз/м³), але були відсутні в пробах морської прибережної води.

По сезонах таксономічне різноманіття інтерстиціальних безхребетних на обох пляжах майже не змінювалось. Разом із тим, в розподілі таксонів безхребетних по поперечному профілю пляжу простежувалась чітка закономірність: за мірою віддалення станції від урізу води кількість таксонів в пробі як правило зменшувалась (рис. 1).

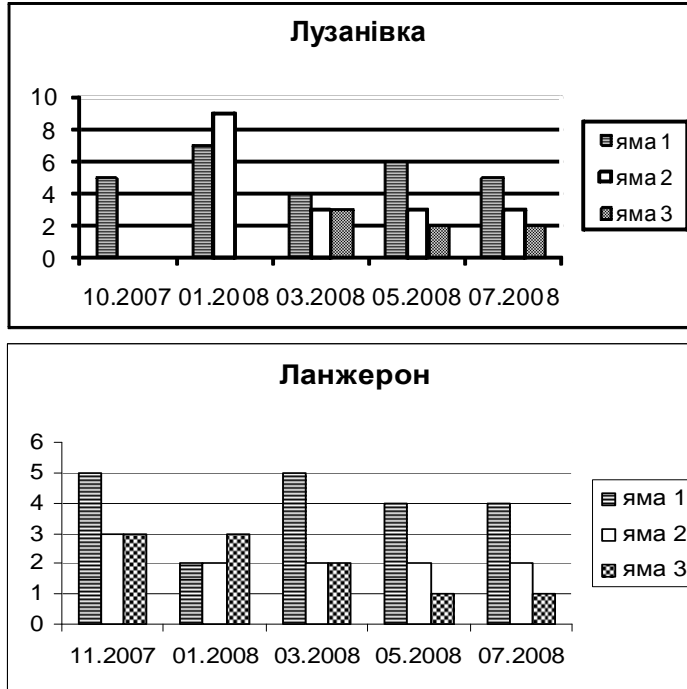


Рис. 1. Розподіл кількості таксонів інтерстиціальних безхребетних за поперечним профілем пляжів Ланжерон та Лузанівка

Чисельність та біомаса інтерстиціальних безхребетних дуже сильно змінювались як за сезонами, так і за поперечним профілем обох пляжів. За мірою віддалення станції від урізу води чисельність інтерстиціальних безхребетних швидко зменшувалась. Так, на пляжі Лузанівка середньосезонна чисельність безхребетних в зоні урізу води становила 64221,33 екз/м³, на відстані 5 м від нього – 17280,0 екз/м³, а на відстані 10 м – лише 4833,33 екз/м³, при цьому в деяких випадках організми на цій станції були взагалі відсутні в пробах.

В сезонному розвитку інтерстиціальних безхребетних обох пляжів відмічено один максимум кількісних характеристик, який на різних пляжах приходився на різні місяці. Найбільша чисельність безхребетних на пляжі Лузанівка відмічена в січні та досягала 260200,0 екз/м³, при біомасі 15546,32 мг/м³, основу кількісних показників формували ногохвістки (Collembola). В інші сезони домінантами за чисельністю та біомасою були: в жовтні – Cyscloroida, в березні та травні – Harpacticoida та Nematoda, в липні – Harpacticoida.

На пляжі Ланжерон максимум кількісних характеристик інтерстиціальних безхребетних спостерігався в березні (чисельність 31100,0 екз/м³, біомаса 767,90 мг/м³), за обома показниками в цей час домінували нематоди. В інші сезони тут домінували: в листопаді – нематоди, в січні – ногохвістки, в березні – за чисельністю нематоди, за біомасою – личинки Diptera, в травні – Harpacticoida та Nematoda, в липні – нематоди та ногохвістки.

В цілому, на пляжі Лузанівка кількість інтерстиціальних безхребетних була вищою, ніж на Ланжероні, що (як і в випадку з таксономічним різноманіттям) можна пояснити негативним впливом робіт по наміву дрібнозернистого піску.

За таксономічним різноманіттям безхребетні прибережної морської води в усі сезони були багатшими, ніж угруповання порових вод (17 таксонів на пляжі Ланжерон та 18 – на пляжі Лузанівка), причому в пробах постійно зустрічались представники мейобентосу (Ascarid, Harpacticoida, Nematoda). На цій підставі можна зробити висновок, що на лінії урізу води відбувається обмін видами між пелагіаллю, донними відкладами та поровими водами. Ця закономірність була описана також в роботах інших дослідників [3].

Щодо кількості гідробіонтів, факти свідчать, що в період з січня по березень включно безхребетні в порових водах були більш численні, ніж в морській воді (73440 екз/м³ та 13730 екз/м³ відповідно). В травні та червні спостерігалось зворотнє співвідношення (6121,11 екз/м³ в порових водах та 36860,00 екз/м³ в морській прибережній воді).

Висновки

1. В порових водах досліджуваних пляжів зареєстровані безхребетні 13 таксонів, в т.ч. на пляжі Лузанівка 11, на пляжі Ланжерон – 9 таксонів. Крім типових представників мейобентосу тут зустрічались також нейстонні та планктонні організми.
2. З віддаленням станції від води якісні та кількісні показники розвитку безхребетних порових вод зменшуються. Найбільша чисельність безхребетних на пляжі Лузанівка відмічена в січні та досягала 260200,0 екз/м³, при біомасі 15546,32 мг/м³. На пляжі Ланжерон максимум кількісних характеристик інтерстиціальних безхребетних спостерігався в березні (чисельність 31100,0 екз/м³, біомаса 767,90 мг/м³).
3. Між населенням порових та морських прибережних вод в зоні їх контакту відбувається обмін видами, ці угруповання щільно пов'язані між собою.
4. Намив дрібнозернистого піску негативно впливає на населення псамоконтуру та взагалі на санітарний стан пляжів, оскільки при цьому порушується кисневий режим та циркуляція води в товщі піску.

Автор щиро вдячний д.б.н., професору, академіку НАН України Ю.П. Зайцеву за критичні зауваження та допомогу при написанні статті.

1. Воробьева Л.В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей / Л.В. Воробьева. – К.: Наук. думка, 1999. – 300 с.
2. Воробьева Л.В. Мейобентос. Общая характеристика / Л.В. Воробьева // Северо-Западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 249–254.
3. Воробьева Л.В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л.В. Воробьева, Ю.П. Зайцев, И.И. Кулакова – К.: Наук. думка, 1992. – 144 с.
4. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря / Ю.П. Зайцев. – Одеса: Изд-во «Эвен», 2006. – 224 с.
5. Зайцев Ю.П. Сообщество микроорганизмов поровых вод песчаных пляжей Черного моря. Факты и гипотезы / Ю.П. Зайцев. // Мікробіологія і біотехнологія. – 2008. – № 2. – С. 8–20.
6. Михеев В.Н. Методы отбора и обработки проб морского зоопланктона / В.Н. Михеев, Г.Ф. Беневоленская // Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений (временное) / Под ред. А.В. Цыбань. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 122–134.
7. Мокиевский О.Б. Фауна рыхлых грунтов западных берегов Крыма / О.Б. Мокиевский // Труды Ин-та океанологии АН СССР. – 1949. – № 4. – С. 71–74.

В.Г. Дядичко

ИЗУЧЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПОРОВИХ ВОД ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

Приведены предварительные итоги изучения беспозвоночных поровых вод двух песчаных пляжей г. Одессы (Лузановка и Ланжерон).

Ключевые слова: псамоконтур моря, беспозвоночные, интерстициальные воды, Одесский залив, Черное море

V.G. Dyadichko

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

BEFORE THE STUDY OF INVERTEBRATES OF , INTERSTITIAL WATERS OF SANDY BEACHS OF THE ODESA GULF OF THE BLACK SEA

Preliminary results of the investigation of invertebrates of two beaches of the city of Odessa are given in the paper.

Key words: invertebrate, interstitial water, Odesa gulf, Black sea

УДК 574.5

С.Є. ДЯТЛОВ, В.В. НІКУЛІН, А.Г. ПЕТРОСЯН, О.В. КОШЕЛЕВ, Ю.І. БОГАТОВА,
О.М. РУСНАК, В.Д. УРДЯ, Н.Ф. ПОДПІЛЕТНАЯ, Л.Ю. СЕКУНДЯК

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ СУДОВОГО ХОДУ ДУНАЙ-ЧОРНЕ МОРЕ У 2008 р.

У роботі наведені результати моніторингу узмор'я Дунаю у 2008 р. Підвищений вміст нафтопродуктів відмічено у воді, що надходила до узмор'я з Старостамбульського гирла. Відмічена тенденція зниження вмісту важких металів порівняно з 2007 р. За допомогою індексу TRIХ встановлено, що Дунай залишається основним джерелом евтрофування Чорного моря.

Ключові слова: Судовий хід, Дунай, моніторинг, важкі метали, нафтопродукти, трофічний статус

Кілійське гирло Дунаю та українська частина дельти і район пригирлового узмор'я ріки Дунай активно вивчаються Одеським філіалом Інституту біології південних морів НАН України з початку 90-х років ХХ сторіччя до дійсного часу [2, 3, 5].

Створення на гирлі Новостамбульському (Бистрому) судового ходу ріка – море може нанести великої шкоди природному середовищу. Виходячи з цього, метою цієї роботи був еколого-токсикологічний моніторинг узмор'я Дунаю за ключовими показниками – вмістом у воді та донних відкладах важких металів, нафтопродуктів та індексом трофічного статусу водної екосистеми.

Матеріал і методи досліджень

Проби води та донних відкладів відбиралися за схемою станцій, що наведена на рис. 1. Всього у 2008 р. було відібрано 46 проб води та 23 проби донних відкладів у кожній з трьох зйомок за біологічними сезонами: навесні, влітку та восени.

Визначення вмісту нафтопродуктів (НП) у воді виконували з гексанових екстрактів методом ультрафіолетової спектроскопії при довжині хвилі 0,200–0,225 мкм за допомогою спектрофотометра СФ-46. Вміст НП в донних відкладах визначався за модифікованою методикою [4].

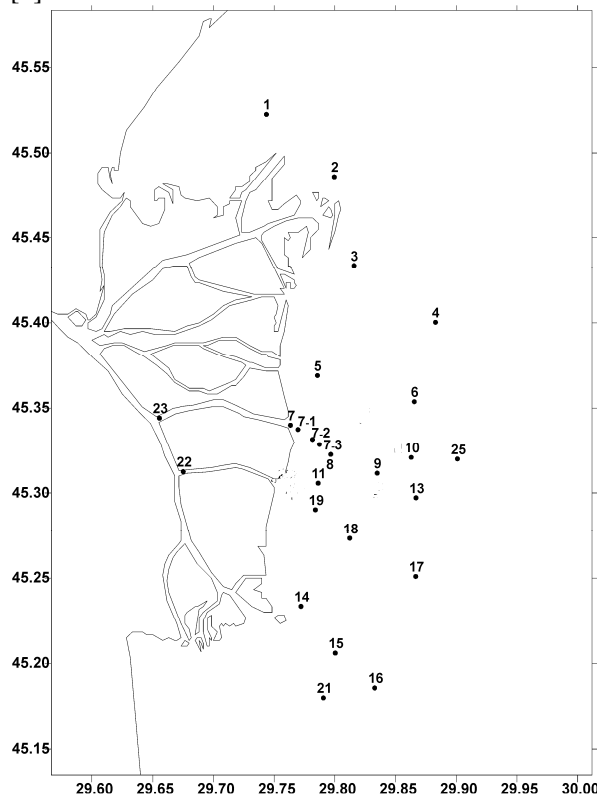


Рис. 1. Схема станцій відбору проб

Порова, плівкова та сорбована волога видалялася з осаду безводним сіркокислим натрієм. Вуглеводні з осушеної та гомогенізованої проби екстрагували гексаном с наступним визначенням інтенсивності спектрів поглинання в ультрафіолетовій області в діапазоні хвиль 0,210–0,225 мкм.

Для видалення металів з донних відкладів використовувалася нітратна кислота у суміші з с окислювачем (пероксид водню). Визначення всіх форм металів здійснювали методом атомної абсорбції за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра ААС-3. Як паливо використовувався ацетилен, газ носій – повітря [1].

Оцінку трофічного статусу узмор'я Дунаю та його змін у просторі здійснювали за індексом евтрофування (TRIX), що визначається як функція певних показників (вміст розчиненого у воді кисню, загального азоту, загального фосфору і суми хлорофілу *a*), і дозволяє судити про біомасу фітопланктону, що виражали через вуглець за [6]:

$$\text{TROPIC INDEX} = (\log [\text{Ch aD\%O NT PT}] - [-1.5]) / 1.2,$$

де: Ch*a – сума хлорофілу, мкг/л; D%O – відхилення у абсолютних значення розчиненого кисню від 100 % насичення; PT – загальний фосфор в мкг/л; NT – загальний азот в мкг/л.

Клас якості води залежно від значення TRIX представлено у табл.

Таблиця

Клас якості води у залежності від TRIX

Значення TRIX	Рівень трофності
<4	Низький трофічний рівень
4–5	Середній трофічний рівень
5–6	Високий трофічний рівень
6–10	Дуже високий трофічний рівень

Результати досліджень та їх обговорення

Нафтопродукти (НП). Підвищений вміст НП був приурочений до річкових вод, що надходять в район авандельти через Стамбульське гирло (район ст. 14–16). Вміст НП (0,07–0,08 мг/дм³) відмічено в поверхневому горизонті водної товщі на ст. 8 и 14. Ці станції просторово відповідають областям (районам) розвантаження річкових вод через Стамбульське та Новостамбульське (Бистре) гирла. В придонному горизонті максимальний вміст НП склав 0,09 мг/дм³ на ст. 9. В цілому в придонному горизонті вміст НП був значно нижче, ніж у поверхневому. Розподіл НП в придонному горизонті був більш рівномірний характер.

В донних відкладах узмор'я р. Дунай виділяється область підвищеного накопичення НП (1,61–2,31 мг/г) в зоні змішування річкових та морських вод, що витягнувся паралельно береговій лінії ближче до моря від Новостамбульського, Східного та Стамбульського гирл (ст. 6, 13, 18, 21). Можна прогнозувати, що цей процес пов'язаний з сорбційною активністю завісі, яка зсїдає за рахунок зменшення швидкості потоку в цьому районі. В цілому, у червні 2007 і 2008 рр. не було значних розходжень щодо вмісту нафтопродуктів у воді і донних відкладах.

Важкі метали. В 2008 р. відмічена тенденція зниження рівня вмісту важких металів у воді порівняно з 2007 р. При цьому можна було спостерігати підвищений вміст міді *Cu* (7 ПДК) в річкових водах (ст. 23, приурочена до початку началу Новостамбульського гирла) на фоні загальної тенденції зниження його середнього вмісту порівняно з 2007 р.

Вміст розчиненої форми *Zn* в поверхневому горизонті також має тенденцію до зменшення порівняно з 2007 р., крім ст. 16, що знаходиться в зоні змішування річкових та морських вод.

Вміст *Ni* в поверхневому горизонті знаходиться практично на минулорічному рівні і навіть суттєво знизився на ст. 19, 21, 25, 22.

Вміст *Cu* у донних відкладах узмор'я Дунаю у жовтні коливався від 12,5 мкг/г на ст. 7 до 46,8 на ст. 7 при середньому вмісті 25,11 мкг/г сухих донних відкладів; вміст *Zn* – від 45,5 до 119,2 при середньому вмісті 74,70 мкг/г сухих донних відкладів; вміст *Ni* – від 21,20 до 52,50 при середньому вмісті 31,97 мкг/г сухих донних відкладів; вміст *Cd* від 0,6 до 3,3 при середньому вмісті 1,84 мкг/г сухих донних відкладів. На основі цих даних можна районувати площину полігону, виділяючи ділянки з підвищеним чи пониженим вмістом всіх елементів.

Слід відмітити, що у зв'язку з великою гідродинамічною активністю поверхневих водних мас, картина розподілу важких металів мала мозаїчний характер та важко піддається інтерпретації.

Біотестування. У 2008 р. хронічна токсичність водних екстрактів проб донних відкладів спостерігалася: у червні – на ст. 13; у серпні – на ст. 8, 13; у жовтні – на ст. 8, 18. У 2007 р. кількість станцій, водні екстракти донних відкладів з яких були хронічно токсичними було значно більше: 7, 7-1, 7-3, 13, 17, 18.

Трофічний статус. Навесні 2008 р. значення індексу TRIХ у поверхневому горизонті коливалися від 4,92 до 6,90 при середньому значенні 5,85. У придонному горизонті він коливався від 4,4 до 7,42 при середньому значенні 5,62 (рис. 2). Восени індекс TRIХ у поверхневому горизонті коливався у межах 5,92–8,12, а середнє значення становило 7,01. У придонному горизонті спостерігалася майже така сама картина. Значення індексу коливалися від 5,82 до 8,02 при середньому значенні 6,90.

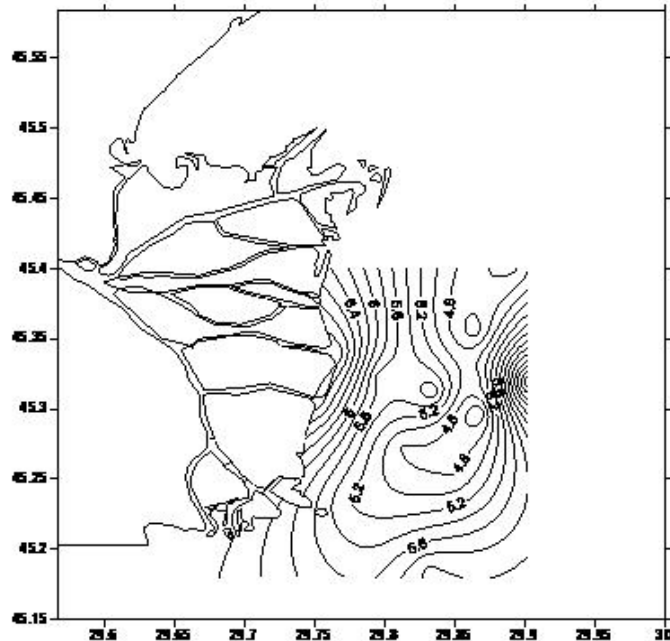


Рис. 2. Просторовий розподіл індексу TRIХ на узмор'ї Кілійського гирла Дунаю у придонному горизонті весною 2008 р.

Висновки

Можна вважати, що р. Дунай залишається важливим чинником евтрофування Чорного моря.

1. *Временная инструкция по определению тяжелых металлов в морской взвеси непламенным атомно-абсорбционным методом.* – М.: ГОИН, 1987. – 10 с.
2. *Мониторинг содержания тяжелых металлов в воде и донных осадках Килийской дельты и взморья р. Дунай* / С.Е. Дятлов, Л.Ю. Секундяк, И.М. Маковецкая [та ін.] // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2007. – № 4 (26). – С. 156–166.
3. *Килийская часть дельты Дуная весной 2000 года: состояние экосистем и последствия техногенных катастроф в бассейне.* – Одесса, 2001. – 128 с.
4. *Методические рекомендации по определению токсических загрязняющих веществ морских донных отложений.* – М.: Гидрометеониздат, 1979. – № 4. – С. 25–28
5. *Экосистема взморья украинской дельты Дуная.* – Одесса: Астропринт, 1988. – 332 с.
6. *Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale: Turbidity and generalized water index* / R.A. Vollenveider, F.Giovanardi, G. Vontanari [et al.] // Environmetrix. – 1998. – N 9. – P. 329–357.

С.Е. Дятлов, В.В. Никулин, А.Г. Петросян, О.В. Кошелев, Ю.И. Богатова, О.М. Руснак, В.Д. Урдя, Н.Ф. Подплетная, Л.Ю. Секундяк

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СУДОВОГО ХОДА ДУНАЙ–ЧЕРНОЕ МОРЕ В 2008 г.

В работе приведены результаты мониторинга взморья Дуная в 2008 г. Повышенное содержание нефтепродуктов отмечено в воде, которая поступала на взморье из Старостамбульского гирла. Отмечена тенденция снижения содержания тяжелых металлов в воде по сравнению с 2007 г. С помощью индекса TRIХ установлено, что Дунай остается основным источником евтрофирования Черного моря.

Ключевые слова: Судовой ход, Дунай, мониторинг, тяжелые металлы, нефтепродукты, трофический статус

S.E. Dyatlov, V.V. Nikulin, A.G. Petrosyan, O.V. Koshelev, Yu.I. Bogatova, O.M. Rusnak, V.D. Urdya, N.F. Podpletnaya, L.Yu. Sekundyak

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

RESULTS OF ECOLOGOTOXICOLOGY MONITORING OF SHIP MOTION DANUBE-BLACK SEA IN 2008

The work includes the monitoring results of Danube coast in 2008. The increased oil content was observed in the water which comes from the Starostambulskoe Girlo. The tendency of reducing the amount of heavy metals in water compared with 2007 is determined. Using TRIX index it is found that the Danube remains the main source of eutrophication of Black Sea.

Key words: Ship motion, Danube, monitoring, heavy metals, oil, trophic status

УДК 582.26/.27:591.148:574.52

В.Є. ЄРОХІН, А.П. ГОРДІЄНКО

Інститут біології південих морів НАН України

пр-т Нахімова, 2, Севастополь 99011

ВИКОРИСТАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНОГО І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Викладено методичні підходи й результати дослідження динаміки спектральних характеристик люмінесценції мікроводоростей, на підставі яких зроблено висновок про функціональну активність і фізіолого-біохімічний стан мікроводоростей на різних фазах розвитку в умовах автотрофного й міксотрофного живлення.

Ключові слова: мікроводорості, функціональна активність, люмінесценція, спектральний аналіз

При промисловому вирощуванні одноклітинних водоростей, а також при моніторингу морського фітопланктону, виникає необхідність одержання оперативної інформації про фізіологічний стан досліджуваних об'єктів.

Стандартні методи лабораторного контролю показників фізіолого-біохімічного стану культур мікроводоростей, як правило, трудомісткі і вимагають дорогого обладнання і значних витрат. Виходячи з цього, на сучасному етапі розвитку промислового культивування мікроводоростей, ці методи не можуть повною мірою задовільнити вимоги біотехнологів.

У літературі недостатньо даних щодо використання методів люмінесцентного спектрального аналізу для оптимізації режиму культивування мікроводоростей.

Метою дослідження був подальший розвиток цього підходу для одержання ряду характеристик спектрів люмінесценції, які можна використати для діагностики фізіолого-біохімічного стану й функціональної активності мікроводоростей, а також оперативно застосовувати в технологічному процесі культивування водоростей і у дослідженнях по оптимізації складу поживних середовищ.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на альгологічно чистих культурах мікроводоростей *Arthrospira (Spirulina) platensis* (Cyanophyta), *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyta), *Prorocentrum cordatum* (Dinophyta) та *Nitzschia closterium* (Bacillariophyta).

Під час проведення роботи використаний спектрофлуорофотометр «RF 5000» («Shimadzu», Японія). Для проведення аналізу в кювету спектрофлуорофотометра вносили 3 мл культури й реєстрували спектр люмінесценції *in vivo*. Повний опис техніки експериментів був зроблений нами раніше [2, 3, 8].

Збудження здійснювали випромінюванням ксенонової лампи високого тиску (150 W) при довжині хвилі 365 нм (щілина 5–10 нм). Вимірювання проводили в спеціальній „нефлуоресціюючій” кюветі товщиною 10 мм, розташованій для реєстрації спектрів люмінесценції під кутом 90°.

У ряді випадків використовували інші довжини хвиль збудження (436 нм, 515, 546 нм) або здійснювали синхронне сканування зразків з випередженням збудженням на 20–30 нм. При вимірюваннях дотримувались жорсткої стандартизації умов відбору проб і проведення вимірювання. При визначенні кількості проб виходили із завдань того або іншого експерименту.

На основі даних спектрів люмінесценції розраховували параметри, що віддзеркалюють співвідношення фотоавтотрофного й гетеротрофного компонентів системи енергозабезпечення фотосинтезуючих клітин, і робили висновок про функціональну активність і фізіолого-біохімічний стан водоростей у культурі. Для опрацювання отриманих даних використовували стандартні статистичні методи.

Результати досліджень і їх обговорення

Під час проведення досліджень було використано розроблений й апробований нами метод оптимізації складу поживних середовищ культур ціанобактерії *A. platensis* на середовищах з різним вмістом азоту [2]. Метод зводиться до того, що в період циклу вирощування регулярно реєструють спектри люмінесценції культур одноклітинних водоростей, визначають співвідношення інтенсивностей смуг випромінювання пігментів і на основі аналізу спектрів люмінесценції коректують технологічний режим вирощування.

В основу цього методу були покладені наявні розробки. Раніше, одним із авторів була показана [5] можливість оцінки функціональної активності макрофітів при фенольній інтоксикації із застосуванням методу мікроспектрофлуориметрії. При цьому виходили з того, що відновлені піридиннуклеотиди (НАДН і НАДФН) мають власну люмінесценцію в області 465–480 нм. При переході в окислений стан, здатність до люмінесценції втрачається. Окислені форми флавінмононуклеотиду (ФМН) і флавінаденіндинуклеотиду (ФАД) мають люмінесценцію в області 520–530 нм. Нами запропонований безрозмірний коефіцієнт ξ , за допомогою якого можна оцінити зміну енергетичного обміну клітин на його термінальній стадії та здійснювати об'єктивну оцінку адаптації енергогенеруючого апарату макрофітів до впливу фенолів: $\xi = I_{530} - 0,5 I_{465} / I_{465}$.

Трохи інший підхід був використаний для оцінки функціонального стану синьо-зелених водоростей М.І. Кузьменком [7], який запропонував коефіцієнт гетеротрофної (автотрофної) активності: $K_2 = I_{460-530\text{нм}} / I_{680\text{нм}}$. Люмінесцентний мікроспектральний аналіз застосовували також для контролю за станом систем енергетичного обміну клітин рослин з метою біомоніторингу [6]. Як характеристичні параметри, що віддзеркалюють співвідношення фотоавтотрофного й гетеротрофного компонентів системи енергозабезпечення фотосинтезуючих клітин вищих рослин і деяких водоростей, автори використали співвідношення: $\chi = I_{680} / I_{530}$; $\phi = I_{680} / I_{643}$; $\psi = I_{680} / I_{572}$.

З метою оптимізації режиму культивування мікроводоростей *H. pluvialis* нами виконано комплексне дослідження з використанням люмінесцентного спектрального аналізу одночасно зі стандартними фізіолого-біохімічними методами [3, 8]. При розрахунку коефіцієнтів гетеротрофної активності були використані додатково наступні взаємовідношення інтенсивностей люмінесценції: I_{460} / I_{680} ; I_{520} / I_{680} ; I_{460} / I_{520} .

Досліджені спектральні характеристики люмінесценції культур клітин *H. pluvialis* залежно від хімічного складу поживних середовищ. Визначено динаміку коефіцієнтів ступеня гетеротрофності культур на різних стадіях їхнього розвитку при різних умовах живлення.

Зареєстровано перехід культур *H. pluvialis* з автотрофного на гетеротрофний режим енергозабезпечення при стимулюванні каротиногенезу високими концентраціями ацетату та хлориду натрію, зміною освітлення й температури.

Зроблено висновок про можливість використання люмінесцентного спектрального аналізу культур *in vivo* для об'єктивної оцінки характеру адаптацій ключових центрів автотрофного й гетеротрофного метаболізму в клітинах *H. pluvialis* до умов живлення, а також для підбору джерел органічного вуглецю для поживних середовищ. Відзначено, що при додаванні в культуральне середовище розчинених органічних речовин (мідійного гідролізату) [1, 4], мікроводорості *P. cordatum* й *N. closterium* активно споживали мідійний гідролізат протягом усього експерименту. Люмінесцентні характеристики цих мікроводоростей дозволили зареєструвати використання змішаного типу живлення в *N. closterium* і перехід на гетеротрофне споживання мідійного гідролізату в *P. cordatum*.

Динаміка параметра χ , що характеризує співвідношення внеску фотоавтотрофної й гетеротрофної систем енергозабезпечення клітини, свідчить про зростання активності ферментативних систем окисного фосфорилування, що при зареєстрованому зниженні інтенсивності фотосинтезу свідчить про зміну типу живлення або, швидше за все, збільшення частки гетеротрофного енергозабезпечення.

Для культури *N. closterium* спостерігали (порівняно з контролем, на середовищі Гольдберга) поступове зниження інтенсивності фотосинтезу з паралельним посиленням енергогенерації в гетеротрофній системі енергозабезпечення клітини (збільшення χ), що, ймовірно, свідчить про використання змішаного типу метаболізму. Динаміка параметра χ в культурі *P. cordatum* свідчить про те, що в цього виду планктонних водоростей при зміні джерела вуглецю відбувається багатогодинна адаптація до нового джерела живлення.

Висновки

Спектральні характеристики люмінесценції задовільно віддзеркалюють зміни фізіолого-біохімічного стану клітин мікроводоростей при вирощуванні на різних поживних середовищах. Отримані дані узгоджуються з результатами прямих вимірювань динаміки чисельності клітин, вмісту в них сухої речовини, хлорофілу *a*, а також візуальними спостереженнями за морфо-фізіологічним станом клітин у культурах і можуть бути використані для експрес-оцінки функціонального стану мікроводоростей.

1. Патент №53327А Україна, МКИ 7 А23L1/333. Спосіб одержання гідролізату з моллюсків / В.Є. Ерохін, М.О. Голуб; заявник і патентовласник Севастополь, Ін-т біол. півд. морів НАН України.– № 2002043479; заявл. 25.04.02; опубл. 15.01.03, Бюл. № 1.
2. Патент №16270 Україна, МПК C12N 1/12. Спосіб культивування одноклітинних водоростей / В.Є. Ерохін, А.П. Гордієнко, Г.С. Минюк; заявник і патентовласник Севастополь, Ін-т біол. півд. морів НАН України. – №20040403008; заявл. 22.04. 04; опубл. 15.08. 06, Бюл. №8.
3. Ерохин В.Е. Исследование динамики люминесцентных спектральных характеристик *Haematococcus pluvialis* при различных условиях питания / В.Е. Ерохин, Г.С. Минюк, А.П. Гордиенко [и др.] // Морські біотехнічні системи. – Севастополь, 2005. – Вип. 3. – С. 70–81.
4. Ерохин В.Е. Динамика роста планктонных водорослей в накопительной культуре с добавками растворенных органических веществ / Ерохин В.Е., Голуб Н.А. // Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования. – Севастополь, 2008. – С. 320–342.
5. Карнаухов В.Н. Состояние энергетического аппарата макрофитов в норме и при фенольной интоксикации / Карнаухов В.Н., Ерохин В.Е. // Экология моря. – 1981. – Вып. 6. – С. 61–65.
6. Карнаухов В.Н. Люминесцентный микроспектральный анализ в биомониторинге загрязнения воздушной среды / В.Н. Карнаухов, А.С. Керженцев, А.Е. Лисовский [и др.]. – Пушино: Науч. центр биол. иссл. АН СССР, 1983.– 31 с.
7. Кузьменко М.И. Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение / М.И. Кузьменко. – К.: Наук. думка. 1981. – 212 с.
8. Минюк Г.С. Физиолого-биохимические и биофизические характеристики зеленой одноклеточной водоросли *Haematococcus pluvialis* Plotow (Chlamidomonales)– перспективного источника природного астаксантина / Г.С. Минюк, В.Е. Ерохин, А.П. Гордиенко [и др.] // Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования. – Севастополь, 2008. – С. 353–382.

В.Є. Єрохін, А.П. Гордієнко

Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Изложены методические подходы и результаты исследования динамики спектральных характеристик люминесценции микроводорослей, на основании которых делали заключение о функциональной активности и физиолого-биохимическом состоянии микроводорослей на различных фазах развития в условиях автотрофного и миксотрофного питания.

Ключевые слова: микроводоросли, функциональная активность, люминесценция, спектральный анализ

V.E. Erokchin, A.P. Gordienko

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

USE OF LUMINESCENT SPECTROLOGY FOR ESTIMATION PHYSIOLOGO-BIOCHEMICAL AND FUNCTIONAL STATE OF MICROALGAE

Methodical approaches and microalgae luminescence spectral characteristics dynamics studying were described and conclusion about microalgae functional activity and physiologo-biochemical condition at the different development stages under conditions of autotrophic and myxotrophic nutrition was made on their base.

Key words: microalgae, functional activity, luminescence, spectrology

УДК 574.632 (262.5)

М.Е. ЖМУД¹, М.А. БЕРЛІНСЬКИЙ²

¹Азово-чорноморська орнітологічна станція
вул. Леніна, 20, Мелітополь 72301

²Український науковий центр екології моря
Французький бульвар, 89, Одеса 65009

СУДНОВИЙ ХІД ЧОРНЕ МОРЕ – САСИК – ДУНАЙ: ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН

Проаналізовано стан функціонування років по рукаву Бистрий глибоководного суднового хіду (ГСХ) Дунай–Чорне море. Дискутується питання навколо ГСХ на українському Дунаї, в тому числі і щодо другого, альтернативного Бистрому, суднового ходу.

Ключові слова: судновий хід, Дунай, Чорне море, екологічний стан

Відомо, що вже кілька років по рукаву Бистрий успішно функціонує глибоководний судновий хід (ГСХ) Дунай–Чорне море (в експериментальному режимі). Однак, дискусії навколо ГСХ на українському Дунаї, включно щодо другого, альтернативного Бистрому, суднового ходу продовжуються. При цьому, на жаль, особливо гучного політичного звучання набули явно надумані питання транскордонного впливу українського суднового ходу, включаючи відверті екологічні спекуляції, переважно, закордонних опонентів українського ГСХ щодо Бистрого. В останні роки про український судновий хід розповсюджено занадто багато часто надуманих екологічних проблем з міжнародним звучанням не на користь України. Незважаючи на функціонування суднового ходу по рукаву Бистрий, варіант створення альтернативного ГСХ поза активної зони дельти по трасі каналу Дунай–Сасик стає все актуальнішим. Його рейтинг істотно зріс після прийняття рішення про припинення використання водосховища Сасик в іригаційних цілях, а потім і про відновлення його природного поєднання з морем. Цей варіант ГСХ дозволяє в рамках одного проекту успішно вирішити два питання.

Проблеми та переваги численних варіантів ГСХ в українському секторі дельти проаналізовані в статтях [1–3].

Результати досліджень та їх обговорення

Великий іригаційний канал Дунай–Сасик побудований у 1980 р. для подачі прісної дунайської води в початково солонуватоводний лиман Сасик, а після його опріснення – для зрошення величезного приморського простору Дунай–Дністровського межиріччя. Як відомо, все це планувалося як перша черга великомасштабного іригаційного проекту радянського періоду з перекидання дунайської води до Дніпра. Цим пояснюються значні розміри каналу Дунай–Сасик (близько 100 метрів шириною, що навіть дещо більше румунського судноплавного шлюзованого каналу Констанца–Чернаводе).

До чого призвела це найбільше будівництво радянського часу, добре відомо. Сасикська вода, так і не ставши по справжньому прісною, засолила тисячі гектарів південних чорноземів і для зрошення, на щастя, більше не використовується. У самому водоймищі накопичилося чимало складних екологічних проблем, що з часом не зникають. Зазначені обставини сприяють використанню реально існуючого значного, але такого, що став непотрібним, іригаційного каналу Дунай–Сасик для створення на його основі сучасного і реально альтернативного існуючим в активній зоні дельти дуже перспективного ГСХ Дунай–Чорне море. Необхідно і достатньо будівництва одного відносно недорогого шлюзу–затвору в головній частині каналу. Останнє, як відомо, особливо актуально нині і в цьому плані є всі нормативно–правові рішення. В економічному плані особливо важлива та обставина, що по трасі майбутнього ГСХ при будівництві іригаційного каналу вже вийнято і частково вивезено близько 100 млн. м³ ґрунту, а у болотистих місцях Стенцівсько–Жебріяновських плавнів (СЖП) сформовані добре ущільнені приканальні дамби з технічними дорогами по їх гребенях. Сам факт існування цього каналу і сталих дамб дозволить ефективніше використовувати спеціальну техніку при подальшому будівництві каналу. Також для значної частини траси каналу є детальна геоморфологічна

зйомка. При цьому, вартість вже виконаних земляних, розвідувальних і проектних робіт по трасі ГСХ за нинішніми цінами становить близько півмільярда доларів США.

З екологічної точки зору, на відміну від абсолютно всіх інших варіантів ГСХ, включаючи сусідній Соломонів рукав–Жебріяновська бухта, цей проект єдиний, що розташований поза територією Дунайського біосферного заповідника. Незважаючи на те, що канал Дунай–Сасик перетинає заповідні Стенцівсько-Жебріяновські плавні, територіально він разом з береговими дамбами не входить до складу заповідника. Це добре видно на Державному акті заповідника на СЖП та в супровідній документації до нього. При цьому практично повністю буде відсутній вплив на природні процеси дельтоутворення, бо цей ГСХ, на відміну від абсолютно всіх інших варіантів, включаючи варіант Соломонів рукав–Жебріянська бухта, проходить за межами активної зони дельти. Ще далі він знаходиться від найбільш цінної заповідної зони ДБЗ. Він також мінімально зачіпає особливо цінні первинні природні екосистеми дунайської дельти, бо переважно проходить по трасі вже існуючого іригаційного каналу.

Також важливі деякі практичні моменти щодо складування великих обсягів ґрунту, що підлягає виїмці при будівництві ГСХ. Так, в головній частині каналу для цих цілей з успіхом може бути використано занедбане велике ставкове господарство. Наявні тут ізольовані ставки з збереженими дамбами є готовими клітинами наміву. Їх водозливи, скидні канали і насосна станція є майже готовою інфраструктурою для відведення води з складованих ґрунтових мас. В лиманній частині майбутнього каналу, ґрунт, що буде вилучатися при будівництві ГСХ та поглибленні акваторії, може бути складований в суміжній південно-західній частині водойми.

Наявність прилеглих зручних місць дампінга ґрунту робить будівництво каналу екологічно безпечнішим і, безсумнівно, дешевшим. Попередні розрахунки показують, що площини покинутого ставкового господарства і низинного південно-західного кута Сасика буде достатньо для складування основної маси ґрунту, що підлягає вилученню при будівництві як каналу, так і порту. Отже, практично без нанесення шкоди навколишньому середовищу успішно може бути вирішена одна з найважливіших проблем при створенні подібного роду споруд – проблема дампінга ґрунту, що вилучається. До того ж, зазначені місця складування ґрунту в подальшому з успіхом можуть бути використані в господарських цілях.

Так, створене ґрунтове плато на місці низинної берегової південно-західної ділянки Сасика і частини мілководь, що примикає до материкового плато, послужить основою для будівництва першої черги порту. Останній найдоцільніше розмістити по західному материковому берегу озера, починаючи з місця виходу каналу в Сасик. При цьому незаселений, добре доступний, твердий, багатокілометровий західний берег водойми є перспективним для багаторічного розвитку повноцінного портового господарства та припортового промислового комплексу.

При неминучому поглибленні і розширенні (на другому етапі будівництва) каналу Дунай–Сасик обов'язково виникне проблема дюкера, прокладеного під існуючим каналом, за допомогою якого нині з'єднуються практично ізольовані гідросистеми двох частин Стенцівсько-Жебріяновських плавнів – Жебріяновської (східної) та Стенцівської (західної). Для вирішення цього завдання пропонується замкнути на судноплавний канал гідросистеми зазначених частин водно-болотного угіддя протоками (можливо обладнаними шлюзами шандорного типу), розмістивши їх у місцях колишніх природних водотоків, бо рівень води в каналі мало чим буде відрізнятися від такого в Дунаї, Сасику (стане морською лагуною) та Чорному морі. Отже, стане можливим оптимізувати колишній природний, але нині явно недостатній гідрологічний зв'язок Стенцівсько-Жебріяновських плавнів з Дунаєм і морем. Це певною мірою відновить колишній природний вплив на їх екосистему згінно–нагінних явищ і буде сприяти відновленню природних міграцій риб.

Оскільки вода з Стенцівсько-Жебріяновських плавнів при попаданні в канал практично не буде містити твердого стоку, то вона не принесе ніяких додаткових проблем ГСХ. При цьому питний водозабір с. Приморське (також постачає прилеглу курортну зону), що розташований на каналі Дунай–Сасик, доведеться замкнути безпосередньо на Дунай. Ця проблема виникла б у будь-якому випадку, бо при вже неминучому відновленні природного поєднання Сасика з морем, канал повинен бути блокований від Дунаю.

Найімовірніше, що в головній частині каналу знадобиться певне розширення річкового русла Соломонового рукава і самого каналу з правого (нижнього) його боку (до шлюзу-затвору) для створення більш сприятливих умов для судноплавства у цій частині ГСХ. При

цьому вхід/вихід суден у канал і з нього буде здійснюватися тільки знизу/вгору по течії з основним їх рухом навколо острова Єрмакова (по основному Кілійському гирлу), що зручніше з точки зору навігації.

Окреслені проблеми є важкими, але подолуваними. Необхідна в головній частині каналу зона відстою суден, що очікують на вхід в канал, може бути розміщена дещо нижче за течією на досить глибокій і широкій ділянці річкового русла нижче острова Єрмаків. У хвостовій частині каналу для цих цілей є досить захищена Жебріянівська бухта.

Будівництво в головній частині каналу шлюзу–затвору запобігатиме помітному впливу каналу на гідрологію гирлової частини дельти, природним процесам дельтоутворення. При необхідності ще більшого зменшення витрат по каналу в головній її частині може бути вибудована шлюзова камера з двома шлюзами. Зазначений шлюз також значною мірою зможе запобігти замуленню самого каналу і прилеглої частини Сасика, Стенцівсько-Жебріяновських плавнів і Жебріянської бухти, що значно скоротить експлуатаційні витрати по даному судновому ходу, зробить його економічно більш ефективним. Цим він вигідно відрізняється від усіх інших запропонованих варіантів (за винятком шлюзованого варіанту Соломонів рукав–Жебріяновська бухта) створення глибоководного поєднання Дунаю з Чорним морем в українській частині дельти.

Висновки

Отже, у разі створення в українській дельті Дунаю ГСХ по трасі великого іригаційного каналу Дунай–Сасик, що втратив своє цільове призначення, і далі через південно-східну частину водоймища в Жебріяновську бухту Чорного моря, реалізуються економічні і політичні інтереси держави, судноплавної галузі та екології. У реальній перспективі додадуться інтереси інвесторів, підрядників, місцевого населення і, нарешті, інтереси придунайських країн та Євросоюзу.

1. Берлинский Н.А. Оценка вариантов расположения ГСХ в сопряжении Черное море–р. Дунай / Н.А. Берлинский // Людина і довкілля. Зб. Наук. праць Харківського нац. ун-ту. – 2005. – Вип. 7. – С. 4–10.
2. Жмуд М.Е. Реальная альтернатива – глубоководный ход в дельте Дуная / М. Е. Жмуд // Судостроение. – 2004. – № 3. – С. 18–21.
3. Berlinsky N. Effects of the Bystroe deep-water shipping way in the water and sediments dynamics in the Danube Delta: current knowledge and future needs / N. Berlinsky, D. Vignati // NEAR curriculum in environmental sciences. – 2010. – Т 2. – Р. 175–183.

М.Е. Жмуд¹, Н.А. Берлинский²

¹Азово-черноморская орнитологическая станция, Мелитополь, Украина

²Украинский научный центр экологии моря, Одесса

СУДОВОЙ ХОД ЧОРНОЕ МОРЕ – САСЫК – ДУНАЙ: ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Известно, что уже несколько лет по рукаву Быстрый успешно функционирует глубоководный судовой ход (ГСХ) Черное море –Дунай. Однако дискуссии вокруг ГСХ на Украинском Дунае, в том числе и относительно второго альтернативного Быстрому судОВОГО хода актуальны.

Ключевые слова: судовой ход, Дунай, Черное море, экологическое состояние

М.Е. Zhmud¹, N.A. Berlinsky²

¹Azovo-Chernomorsk Ornithological Station, Melitopol', Ukraine

²Ukrainian Scientific center of Sea ecology, Odesa

THE BLACK SEA – SASIK – DANUBE SHIPPING WAY: ECOLOGICAL STATE

It is known that during last years new deep water shipping way (DWSW) via Bystry arm is working well. However, discussions about the second, alternative DWSW in Ukrainian part of the Danube is actual.

Key words: shipping way, Danube River, Black Sea, ecological condition

УДК [594.124(262.5)]

Е.А. ЖУКОВСКАЯ, О.П. КОДОЛОВА

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Ленинские горы, д.1, стр. 12, Москва 119991, Россия

СРАВНЕНИЕ МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ИЗ РАЗНЫХ БИОТОПОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Проведено статистическое сравнение 4-х выборок мидий *M.galloprovincialis* из разных биотопов Черного моря по морфологическим признакам с использованием дискриминантного анализа. Результаты исследования показали превалирующую роль экологических условий на изменчивость раковины мидии.

Ключевые слова: мидии, морфология, изменчивость, биотоп

Морфологическая изменчивость раковин черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* неоднократно отмечалась рядом авторов [6, 8]. Однако не ясно, какие факторы являются движущей силой этого процесса, превалируют ли здесь наследственные факторы, либо рост и форма раковин является результатом влияния экологических условий внешней среды. Проведенный нами анализ временной динамики морфологической изменчивости черноморской мидии показал, что формирование раковин происходит в основном под влиянием экологических факторов [2]. Однако по мнению ряда авторов морфологическое разнообразие раковин мидий р. *Mytilus* свидетельствует о многочисленных валидных видах, входящих в род *Mytilus*, что безусловно предполагает большое влияние наследственной составляющей процесса изменчивости [3, 7]. Исследование причины столь значительной морфологической гетерогенности необходимо для решения микроэволюционных вопросов, а также технологии культивирования.

В данной работе проводится статистический анализ сравнения по морфологическим признакам нативных выборок *M.galloprovincialis*, обитающих на ограниченной акватории в западной части Судакского залива.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили 4 выборки мидий *M.galloprovincialis*, собранные в естественных поселениях Судакского залива с разных субстратов (546 экз.). Местоположение выборок представлено на рис. 1.

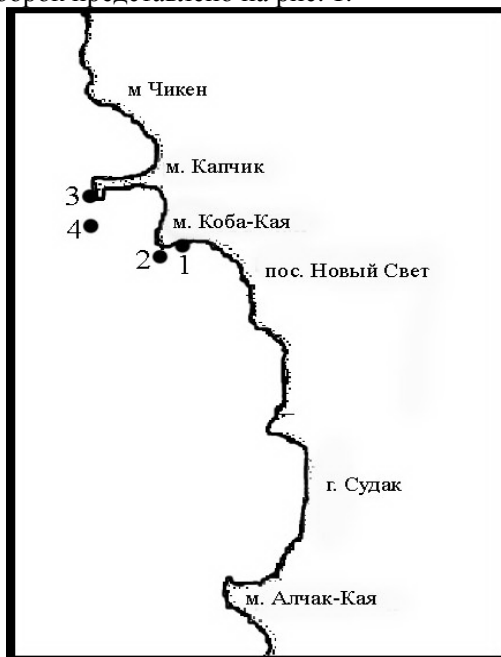


Рис. 1. Карта-схема Судакского залива и места сбора проб мидий:
1– скалы, 2– коллектор, 3–
понтон, 4– ил.

Две выборки у мыса Коба-Кая: № 1 – скалы, глубина 5 м; № 2 – коллектор, глубина 8 – 10 м и две выборки у мыса Капчик: № 3 – понтон, глубина 20 м; № 4 – ил, глубина 40 – 50 м. Для морфологического анализа были проведены общепринятые измерения, используемые обычно при описании и идентификации раковин: длины (L); ширины (H); выпуклости (Con), веса (P); ширины отпечатка заднего аддуктора (Wa); длины отпечатка задних ретракторов (Lr); расстояния между макушкой раковины и задним концом лигамента (D) [6, 7] и на их основе рассчитаны индексы отношения: высоты створки к её длине (H/L); выпуклости створки к её длине (Con/L); веса створки к произведению её длины, высоты и выпуклости ($P/L \times H \times Con$); длины аддуктора к его ширине (La/Wa); высоты створки к расстоянию между макушкой раковины и задним концом лигамента (H/D). Для каждого признака вычисляли среднее значение (M), ошибку средней (m), среднее квадратическое отклонение (σ), коэффициент вариации (C.V.). На основе морфологических признаков и места обитания проведен множественный анализ дискриминантных функций с использованием программ пакета STATISTIKA 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение

В табл. приведены результаты статистического сравнения выборок по исследованным морфологическим признакам. Как показывает приведенный материал, почти каждая выборка достоверно отличается от всех других по всем исследованным признакам с высокой степенью значимости ($p < 0.001$). Исключение составляет результаты сравнения выборки № 1 с выборками № 2 и 3. Выборки мидий собранные со скал (№1) и коллектора (№2) не имеют достоверных различий по длине (L) и высоте (H) раковины, а также по длине (Lr) отпечатка задних ретракторов. Также выборка № 1 не имеет достоверных различий с выборкой № 3, собранной с понтона, но по другим признакам отношения: высоты створки к её длине (H/L) и длины аддуктора к его ширине (La/Wa).

Таблица

Результаты статистического сравнения выборок по исследованным морфологическим признакам (критерий Стьюдента td)

№ выборки	1 (скалы)	2 (коллектор)	3 (понтон)	4 (ил)
1 (скалы)	*	--+++++	+++++++-++	+++++++
2 (коллектор)		*	+++++++	+++++++
3 (понтон)			*	+++++++

Примечания: расположение сравнений морфологических признаков в ячейке: L, H, Con, P, Wa, Lr, D, H/L, Con/L, $P/L \times H \times Con$, La/Wa , H/D. Наличие достоверных различий отмечено знаком +, отсутствие –.

Как указывалось ранее, каждая выборка была получена с определенного биотопа. Результаты проведенного сравнения выявили четкие различия с высокой степенью значимости ($p < 0.001$) между выборками мидий собранных с ила (№ 4) и тремя другими выборками, собранных со скал (№ 1), коллектора (№ 2) и понтона (№ 3). Следует отметить, что выборка коллекторных мидий (№ 2) также с высокой степенью значимости ($p < 0.001$) отличается от выборок полученных с понтона (№ 3) и ила (№ 4).

На рис. 2 представлены результаты дискриминантного анализа раковин мидий из разных биотопов в системе двух координат.

Как видно на диаграмме, весь исследованный материал распался на 3 группы, четко различающиеся между собой. При этом некоторые из них соответствуют биотопам из которых получены мидии. Так раковины мидий илистого биотопа (№4) представлены отдельной обособленной группой. Мидии, собранные с коллекторов (№2), также располагаются отдельной группой, но более близкой к выборке мидий, собранных с понтона (№3). Мидии, собранные со скал (№1) и понтона (№3), образовали одну группу, при этом зона перекрытия двух биотопов находится в центре группы.

Если обращаться к свойствам биотопа как субстрата, на котором растут мидии то, безусловно, отличие илового субстрата значительно. Иловые мидии (№4) образуют небольшие друзы и менее подвержены влиянию волн, находясь на большой глубине. При этом температура воды на такой глубине значительно ниже прибрежной. Коллекторные мидии, благодаря технологии культивирования находятся в толще воды на тросах определенной конструкции, что положительно действует на аэрацию и питание моллюсков. Скалы и понтон имеют общие тенденции к росту и образованию друз, но на скалах в прибойной полосе чаще можно обнаружить молодь, образующую щетки из мидий. При этом все эти различия способны проявиться на небольшом пространстве, как

показывают результаты нашего исследования. Ранее нами было проведено электрофоретическое сравнение белков (миогенов) мидий выборок из разных биотопов, которое показало видовое единство материала [5]. Точно также не была выявлена видовая гетерогенность при использовании биохимико-генетических маркеров для исследования популяционной структуры вида [1, 4].

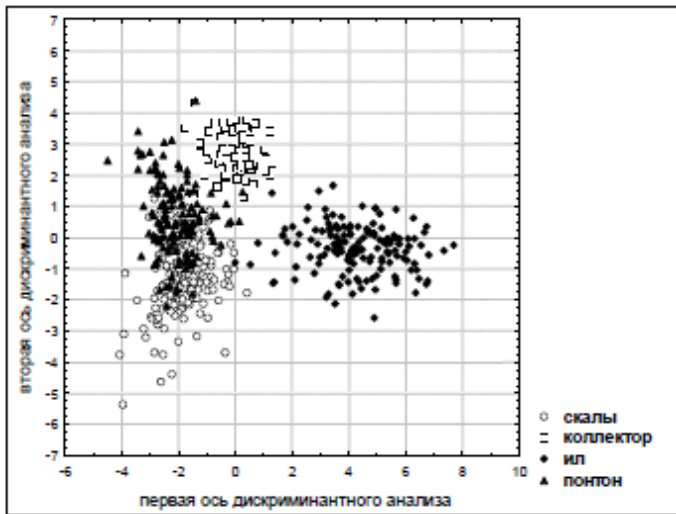


Рис. 2. Диаграмма рассеяния двух дискриминантных функций для особей мидий *M.galloprovincialis* из разных биотопов.

Выводы

Сравнение *M.galloprovincialis* из разных биотопов по морфологическим признакам показало преобладающую роль экологических условий на изменчивость раковины.

1. Жуковская Е.А. Пространственная изменчивость *Mytilus galloprovincialis* Lam. Черного моря по биохимико-генетическим маркерам / Е.А. Жуковская, О.П. Кодолова, Б.М. Логвиненко // Генетические исследования морских гидробионтов. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 204–215.
2. Жуковская Е.А. О временной динамике морфологической изменчивости черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / Е.А. Жуковская, О.П. Кодолова, М.В. Переладов // Изв. РАН. Сер. Биология. – 2002. – № 3. – С. 316–328.
3. Кепель А.А. Морфометрический анализ мидий рода *Mytilus* (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) морей СССР / А.А. Кепель, А.В. Озолиньш // Зоол. журн. – 1992. – Т. 71, № 9. – С. 33–40.
4. Разнообразие типов популяционной структуры беспозвоночных животных в связи с биологическими и биогеографическими характеристиками / О.П. Кодолова, Н.М. Болотецкий, Е.А. Жуковская, О.Ю. Правдухина // Эволюционные факторы формирования разнообразия животного мира. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2005. – С. 227–237.
5. Сравнение мидий Черного моря из разных мест обитания по электрофоретическим спектрам миогенов и морфометрическим признакам раковин / Б.М. Логвиненко, О.П. Кодолова, О.Н. Катугин, Е.А. Жуковская. – М.: ВИНТИ, 1986. – № 585, В86. – 15 с.
6. Невеская Л.А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология / Л.А. Невеская. – М.: Наука, 1965. – Т. 105. – 386 с.
7. Скарлато О.А. Положение в систематике и распространение мидий / Скарлато О.А., Старобогатов Я.И. // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. – Л.: Зоологический институт, 1979. – С. 106–111.
8. Boetger C. Die Standorts modification der mediterranean Miesmuschel *Mytilus (Mytilus) galloprovincialis* Lam. im Golf von Neapel / C. Boetger // Zool. Anz. – 1930. – Vol. 91. – P. 15–23.

Е.А. Жуковська, О.П. Кодолова

Московский державний університет ім. М.В. Ломоносова, Росія

ПОРІВНЯННЯ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* З РІЗНИХ БІОТОПІВ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОЗНАКАМИ

Проведено статистичне порівняння 4 вибірок мідій *M. galloprovincialis* з різних біотопів Чорного моря за морфологічними ознаками з використанням дискримінантного аналізу. Результати досліджень показали переважаючу роль екологічних умов на мінливість черепашки мідії.

Ключові слова: мідії, морфологія, мінливість, біотоп

E.A.Zhukovskaya, O.P.Kodolova

Moscow State University is the name of M.V. Lomonosov, Russia

COMPARISON OF MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* FROM DIFFERENT BIOTOPES OF THE BLACK SEA TO MORPHOLOGICAL CHARACTERS

Statistical comparison in 4 samples of mussels *M.galloprovincialis* from different biotopes of the Black sea on morphological characters with use of the discriminant analysis was provided. Results of research have shown a prevailing role of ecological conditions on variability of the shells a mussel.

Key words: mussels, morphology, changeability, biotop

УДК 262.5:573.4 (591.553:551.435.74)

Ю.П. ЗАЙЦЕВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

КРАЙОВИЙ ЕФЕКТ У МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Обговорюється явище концентрації бактерій, грибів, рослин та тварин у контурних біотопах Чорного моря на межі водної товщі з атмосферою, дном та піщаним берегом. Висловлюється припущення про значення цього явища у еволюційному процесі, як фактора екоморфогенезу, етології та видоутворення.

Ключові слова: крайовий ефект, Чорне море, контурні біотопи та угруповання

Крайовим ефектом (ефектом узліска, ектоном) називають збільшення різноманітності і щільності організмів на окраїні двох суміжних середовищ [4]. Щодо моря, фундаментальні положення про розподіл життя дано у роботах В.І Вернадського [1], який вказував на дуже бідну організмами величезну товщу води (пелагіаль) і на згущення живої речовини, як він називав сукупність всіх живих істот, на її межах з атмосферою, берегом та дном. Вернадський В.І. не деталізував свої уявлення про макроструктуру життя у морі, оперуючи загальними, принциповими категоріями. Про це пише і К.П. Флоренський у Передмові до книги Вернадського «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». Основне значення книги, підкреслював К.П. Флоренський, полягає зовсім не у зведенні сучасних даних, які зазвичай швидко застарівають, а у принциповій постановці питання, що залишається справедливою до цього часу.

Верхньою плівкою життя у морях та океанах В.І. Вернадський називав верхній шар води завтовшки 100 м і навіть 200 м, де зосереджена основна маса живої речовини пелагіалі. Порівняльно з 11000 м – максимальною глибиною океану, це, справді, не більше ніж “плівка”. Межею море–берег В.І. Вернадський вважав шельф, який за поверхню складає невелику частину світового океану, але містить більш ніж 85% маси всієї живої речовини. Пізніше, розвиваючи ідеї В.І. Вернадського, дослідники звернули увагу на те, що у межах названих їм граничних областей, є, насамперед, ще щільніші згущення організмів – контурні біотопи та їх біота [13]. Проте, у практиці досліджень морів та океанів це, як правило, не враховується. Так трапилось з і з межами розділу “море-атмосфера” та “море-берег”. Маючи на увазі поверхню пелагіалі, вважалось, що там всі живі істоти уражаються найбільш небезпечною ультрафіолетовою радіацією сонця, яка глибше кількох сантиметрів у воду не проникає, а також, що живі організми руйнуються хвилями та поїдаються птахами.

За допомогою оригінальної методики збору гідробіологічних проб наприкінці 1950-х рр. автор виявив на поверхні пелагіалі Чорного моря (шар 0–5 см) невідоме до того велике скупчення організмів, які за морфологією, пігментацією та поведінкою були добре пристосовані до життя саме на поверхні води і практично були відсутні на глибині більше 5 см. Більш того, їх ознаки і властивості не відповідали умовам життя у товщі води. Однак перша інформація про те, що у верхніх 5 см водної товщі Чорного моря виявлено щільне скупчення багатьох організмів, від бактерій і одноклітинних водоростей до личинок і молоді риб [6], деякими гідробіологами спочатку не сприймалася. Пізніше з'явилися публікації у зарубіжній пресі з посиланням на наш пріоритет.

У ті ж роки засновник морської радіоекології Г.Г. Полікарпов відкрив найвищі у морі концентрації радіонуклідів теж у поверхневому шарі моря. Згодом була опублікована монографія

«Морська нейстонологія» [7], що у 1971 р. вийшла англійською мовою у США та Ізраїлі. Нейстон, як вияснилося, відіграє велику роль у відтворенні популяцій рослин та тварин і разом з тим – є екологічною мішенню щодо негативного впливу на море. Згідно пропозиції автора, Комісією експертів ООН рекомендовано глобальний моніторинг нейстона як ефективний метод визначення екологічного стану поверхні морів та океанів [12].

Однак розвиток величезної наукової спадщини В.І. Вернадського у сучасних дослідженнях з біології та екології моря далеко не вичерпується наведеним прикладом. У донних відкладах сірководневої батіалі Чорного моря на глибинах від 730 м до 2100 м, де, як вважалося, можуть існувати лише сульфатредуючі бактерії, виявлено спори, з яких у лабораторних умовах отримано культури багатьох видів одноклітинних водоростей, грибів та деяких інших організмів, що притаманні кисневій зоні моря [8, 14]. Це відкриття оксидіонів у безкисневій глибині моря на межі пелагіаль–дно має наукове та практичне значення та є ще одним свідченням універсальності вчення В.І. Вернадського.

Незважаючи на доступність для досліджень, у літературі ще мало даних про умови життя та мешканців межі «море–берег». Виняток становлять дослідження мейобентосу піщаних пляжів Чорного моря [2]. Тому з 2007 р. у ОФ ІБПМ почато комплексні роботи з вивчення піщаних пляжів (псаммоконтура моря) як специфічної екологічної системи. Перші результати досліджень 2007-2008 рр. з цього приводу наводяться у статтях авторів збірника. Було досліджено два пілотних пляжі: природний (Лузанівка) і техногенно перетворений (Ланжерон). Згідно даних А.Ю. Гончарова (цит. за Гаркушою, 2009), порова (капілярна, або інтерстиціальна) вода пляжів відрізняється від морської води високими концентраціями багатьох хімічних речовин. Так, вона містить мінерального фосфору у 4–7 разів, а органічного фосфору у 9–17 разів більше, ніж морська вода, амонійного азоту – у 2–20 разів, нітритів – у 2–10 разів, нітратів – у 10–130 разів більше порівняльно з морською водою. Таке співвідношення зберігається протягом всього року. Специфічність гідрохімічного режиму утворює особливе середовище для розвитку організмів у інтерстиціальних порожнинах піщаних пляжів за умови, що вони відповідатимуть розмірам та іншими особливостям біотопу.

Як показали дослідження, багатство органічних і мінеральних речовин у пляжі стимулює розвиток гідробіонтів [3]. Першими відгукуються, ймовірно, бактерії.

Матеріали, люб’язно надані авторові Л.М. Нідзведькою, показують, що, наприклад, 27 липня 2009 р на пляжі Лузанівка кількість сапрофітних бактерій у морській воді складала 1600 кл.мл.⁻¹, а у поровій воді пляжу – від 18000 кл.мл.⁻¹ до 22000 кл.мл.⁻¹. У пробах вологого піску з товщі пляжу виявлено від 20000 кл.г.⁻¹ до 24000 кл.г.⁻¹, а сухого піску з поверхні пляжу – навіть 55000 л.г.⁻¹, а у пробі мокрого піску з прибережної смуги моря – 7300 л.г.⁻¹ сапрофітних бактерій. Схожі матеріали отримані на пляжі Ланжерон.

Згідно даних О.П. Гаркуші [3], якщо проби сухого піску взятих на поверхні пляжів, помістити у порову воду, то з них виростає більше видів водоростей, ніж з проб вологого піску, взятих у товщі пляжу. Кількість клітин водоростей, що вирости з проб сухого піску, була у декілька разів вищою порівняно з пробами вологого піску. При цьому, О.П. Гаркуша виявила чіткий стимулюючий ефект на розвиток мікрофітів порової води порівняно з морською водою. Крім одноклітинних донних водоростей з проб сухого піску О.П. Гаркуша отримала проростки зелених водоростей-макрофітів, які належали до родів *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Stigeoclonium* та *Ulotrix*.

Про специфіку пелагічної альгофлори порових вод йдеться у роботі Д.А. Несторової [11]. Виявлено зелені водорості *Closteriopsis ciliata* и *Schroederia spiralis*, які ще не відмічалися у північно-західній частині Чорного моря. Чітко простежується велика кількість мікроводоростей у порових водах пляжів порівняно з прибережною смугою моря. Наприклад, зелена водорість *Monoraphidium arquatum* в порових водах досягала кількості $5,5 \cdot 10^{-6}$ кл.л.⁻¹, а у морі не перевищувала $3,4 \cdot 10^{-3}$ кл.л.⁻¹. Чисельність пікопланктонного прокаріота *Cyanosarina thalassia* у порових водах пляжу Лузанівка сягала $870,4 \cdot 10^{-6}$ кл.⁻¹, пляжу Ланжерон – $1392,6 \cdot 10^{-6}$ кл.⁻¹, а у морській воді цей вид був відсутній. У цілому, з 58 видів водоростей, виявлених у порових водах пляжів і у морі, 44 види були присутні лише у порових водах. У пробах порової води і піску пляжів виявлено 21 вид грибів [9].

Поряд з убівістами, які трапляються також у прісних водах та на суші, у пробах порової води та піску завжди були присутні облигатно морські види грибів *Corollospora maritima* і *Arenariomyces trifurcatus*. Найбільше видове різноманіття грибів відмічено у травні, а найменше – у січні.

У порових водах знайдена велика кількість, а саме до 285000 екз.л.⁻¹ інфузорій. Домінували бентичні та евритопні види, але 5 видів були типово планктонними [10]. Це *Pelagostrobilidium*

spirale, *Rimostrombidium caudatum*, *R. conicum*, *Cyrtostrombidium* sp. та 1 вид тінтинід (*Tintinnopsis tubulosa*).

У пробах порової води, пропущених через сито з чаруками 80 мкм., В.Г. Дядичко [5] знаходив бентичних та пелагічних безхребетних: найпростіших, представників нематод, коловерток, олігохет, поліхет, личинок молюсків, ракоподібних (дорослих особин та наупліїв), кліщів, ногохвісток, сіноїдів, личинок двокрилих тощо. Ногохвістки (*Collembola*), які здебільшого мешкають у ґрунті, але існують і види, що населяють поверхневу плівку невеликих водойм, у січні налічували до 245000 екз.м⁻³ і були відсутні у морській воді. Найбільша чисельність безхребетних у порових водах була 260.200 екз.м⁻³.

Висновки

Наведені дані свідчать про те, що піщані пляжі, які утворюють псамоконтур моря, мають дуже різноманітне за складом і численне за кількістю організмів населення. Це стосується всіх компонентів пляжного біотопу: сухого піску поверхневого шару, який, на перший погляд, здається випаленим сонцем, вологого піску з глибинних шарів пляжу, та порових вод, які наповнюють міжпіщанні порожнини (пори, капіляри, або інтерстиції). Таке згущення життя пояснюється сприятливими умовами, що тут утворюються, і пристосованістю багатьох живих істот до існування і розвитку саме за таких умов.

Біота піщаних пляжів є досить динамічним угрупованням організмів, яке змінюється разом з змінами пляжу під впливом хвиль в залежності від пори року, від життєвих циклів видів та інших чинників. Крім того, морські хвилі постійно поповнюють пляжі новими масами води з їх дрібними організмами та витісняють з пляжу існуючі порові води з їх населенням. Проте, за таких умов мешканці пляжу, користуючись перевагами середовища, встигають вирости і дати життя новим генераціям. Тому у екологічній нормі пляжі є генераторами різних мікроорганізмів – від бактерій до безхребетних тварин та детриту, які збагачують прибережну зону вздовж лінії води. Це створює тут найкращі умови для нагулу молоді риб та інших мешканців моря.

Екологічні процеси, що розвиваються на границі море–піщаний берег, ще мало вивчені, а їх подальше дослідження здається дуже перспективним напрямком наукового пошуку.

У ширшому плані крайовий ефект у морських екосистемах виглядає як потужний фактор еволюційного процесу, що впливає на екоморфогенез, етологію та видоутворення. Однак це тема окремого дослідження.

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В.И. Вернадский. – М.: Мысль, 1987. – 340 с.
2. Воробьева Л.В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л.В. Воробьева, Ю.П. Зайцев, И.И. Кулакова. – К.: Наук. думка, 1992. – 144 с.
3. Гаркуша О.П. Влияние поровой воды на развитие микроводорослей песчаных пляжей Одесского побережья / О.П. Гаркуша // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 34–38.
4. Экологический энциклопедический словарь / [авт. тексту И.И. Дедю]. – Кишинев, 1989. – 408 с.
5. Дядичко В.Г. До вивчення безхребетних порових вод піщаних пляжів Одеської затоки / В.Г. Дядичко // Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев, 1989. – 408 с.
6. Зайцев Ю.П. Про існування біоценозу нейстону в морській пелагіалі / Ю.П. Зайцев // Наук. зап. Одеск. біол. ст. – 1960. – № 2. – С. 29–42.
7. Зайцев Ю. П. Морская нейстонология / Ю.П. Зайцев. – К.: Наук. думка, 1970. – 264 с.
8. Зайцев Ю.П. Средоточие останков оксифионтов и банк живых спор высших грибов и диатомовых в донных отложениях сероводородной батиали Черного моря / Ю.П. Зайцев, Г.Г. Поликарпов, В.Н. Егоров [и др.] // Доповіді НАН України. – 2007. – № 7. – С. 159–164.
9. Копытина Н.И. Микобиота песчаной супралиторали пляжей Одесского залива / Копытина Н.И., Тарасюк И.В. // Доповіді НАН України. – 2007. – № 7.
10. Курілов О.В. Ціліатопсамон супралиторалі Одеського узбережжя в умовах реконструкції пляжів / О.В. Курілов // Доповіді НАН України. – 2007. – № 7.
11. Нестерова Д.А. Водоросли интерстициальных вод песчаных пляжей побережья Одесского залива / Д.А. Нестерова // Доповіді НАН України. – 2007. – № 7.
12. GESAMP Reports and Studies. – WMO: Geneva, 1995. – 76 p.
13. Zaitsev Y.P. Contourbionts in Ocean Monitoring. Environmental Monitoring and Assessment / Yu.P. Zaitsev. – Dordrecht: Riedel Publ. Comp., 1986. – P. 31–38.
14. Zaitsev Y.P. Recently discovered new biospheric pelocontour function in the Black Sea reductive Bathyal zone / Zaitsev Y.P., Polikarpov G.G. // Journ. Black Sea. Mediterranean Environment. – Vol.14, N 3. – P. 151–165.

Ю.П. Зайцев

Одесский филиал Института биологии южных морей, Украина

КРАЕВОЙ ЭФФЕКТ В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

Обсуждается явление концентрации бактерий, грибов, растений и животных в контурных биотопах Черного моря на границе водной толщи с атмосферой, дном и песчаным берегом. Высказывается предположение о значении этого явления в эволюционном процессе, как фактора экоморфогенеза, этологии и видообразования.

Ключевые слова: краевой эффект, Черное море, контурные биотопы и группировки

Yu.P. Zaitsev

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

REGIONAL EFFECT IS IN MARINE ECOSYSTEMS

The phenomenon of concentration of bacteria, fungi, plants and animals in the contour biotopes of the Black Sea at the boundaries of the water column and atmosphere, bottom and sandy beaches is discussed. The opinion that this phenomenon is important in the evolution as a factor having an influence on the ecomorphogenesis, behaviour and species evolution is suggested.

Key words: regional effect, Black sea, contour biotopes and groupments

УДК 597.2 [(262.5.04) + (477.74)]

В.В. ЗАМОРОВ¹, С.Ю. ЧЕРНІКОВА², М.П. ЗАМОРОВА¹

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Шампанський провулок, 2, Одеса 65058, Україна

²Одеський центр Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства і океанографії

вул. Мечникова, 132, Одеса 65028, Україна

АНАЛІЗ СІТКОВИХ УЛОВІВ РИБИ В ОДЕСЬКІЙ ЗАТОЦІ

В результаті проведених досліджень в Одеській затоці з квітня по грудень у 2007–2009 рр. в сіткових уловах зареєстровано 33 види риб. Найбільш масовими були бичок-кругляк і бичок-сурман, також постійно зустрічалися бичок-кнут, морський минь і морський язык. Загальний улов риби коливався від 5,3 до 87,0 екз./сітка.

Ключові слова: Одеська затока, іхтіофауна, улови

Вивчення іхтіофауни Одеської затоки було розпочато у першому десятиріччі ХХ століття К. Киселевичем [4] і А.В. Яцентковським [13]. На той час в затоці було зареєстровано 62 види риб. У 50-ті роки в цьому районі проводив дослідження іхтіопланктону Ю. П. Зайцев [1, 2]. Вивчення іхтіофауни прибережної зони моря біля Одеси відновилися у 70–90 роки співробітниками Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (ОНУ) [3] і Одеського філіалу Інституту біології південних морів [7–12]. В основному дослідження були спрямовані на визначення видового складу риб і майже не приділяли уваги вивченню їх чисельності. Це пояснюється тим, що в акваторії Одеської затоки (від Мису Північний до Мису Великий Фонтан) промисловий лов риби майже не здійснювався як в минулому [4, 13], так і зараз. Хоча відомо, що динаміка чисельності видів є важливою складовою їх біолого-екологічної характеристики, а проведення подібних досліджень може бути здійснено, в першу чергу, на підставі аналізу уловів риби.

Тому метою цієї роботи було вивчення якісного і кількісного складу сіткових уловів риби Одеської затоки.

Матеріал і методи досліджень

Матеріал отримано в результаті проведення сумісних науково-дослідних ловів ОНУ і Одеського центру Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства і океанографії в Одеській затоці у 2007–2009 рр. Лов здійснювали ставними сітками (розмір вічка 16–60 мм) у

прибережній частині затоки в районі Малого Фонтану у 2007-2008 рр. з квітня до грудня, у 2009 році – з липня до листопада

Оскільки лови проводили неоднаковою кількістю сіток з різною довжиною, тому для порівняння інтенсивності вилову використовували дані відносних уловів, які розраховували як кількість екземплярів риби на 50 м сітки за добу (екз./сітка).

Результати досліджень та їх обговорення

В уловах виявлено 33 види риб: звичайний катран *Squalus acanthias* L., звичайний хвостокіл *Dasyatis pastinaca* (L.), звичайна білуга *Huso huso* (L.), російський осетер *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, європейський анчоус *Engraulis encrasicolus* (L.), азовсько-чорноморський пузанок *Alosa tanaica* (Grimm), чорноморсько-азовський прохідний оселедець *Alosa immaculata* Bennett, середземноморський шпрот *Sprattus phalericus* (Risso), чорноморська кумжа *Salmo trutta* L., середземноморський тривусий морський минь *Gaidropsarus mediterraneus* (L.), чорноморський мерланг *Merlangius euxinus* Nordmann, кефаль сингіль *Lisa aurata* (Risso), чорноморська атерина *Atherina pontica* (Eichwald), чорноморський сарган – *Belone euxini* Gunther, довгорилий морський коник *Hippocampus guttulatus* Cuvier, європейська скорпена *Scorpaena porcus* L., жовта тригла *Chelidonichthys lucernus* (L.), звичайний луфар *Pomatomus saltatrix* (L.), чорноморська ставрида *Trachurus ponticus* Aleev, смарида *Spicara smaris* (L.), темний горбань *Sciaena umbra* L., султанка *Mullus ponticus* Essipov, зеленушка перепілка *Symphodus roissali* (Risso), великий морський дракончик *Trachinus draco* L., європейський звичайний зіркогляд *Uranoscopus scaber* L., бичок-мезогобіус жабоголовий (кнут) *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas), бичок-рижик *Neogobius euryccephalus* (Kessler), бичок чорноморсько-азовський (сурман) *Neogobius cephalargoides* Pinchuk, бичок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas), бичок-ратан *Neogobius ratan* (Nordmann), чорноморська камбала-калкан *Scophthalmus maeotica* (Pallas), глось *Platichthys luscus* (Pallas), піщаний морський язик *Pegula lascaris* (Risso) (назви видів приведено за Ю. В. Мовчаном [5]).

Більшість знайдених в уловах риб (85%) є жилими, інші належать до прохідних і напівпрохідних. З жилих видів 68% відносять до середземноморських іммігрантів, 18% – до понто-каспійських реліктів (солоноватоводні) і 14% – до бореально-атлантичних реліктів. Кількість демерсальних і пелагічних видів було майже однаковим.

За способом розмноження в прибережних водах затоки переважали пелагофіли – 55%. Літофіли складали 24%, фітофіли – 12%. Морський коник відкладає ікру у виводкову камеру. Два види (звичайний катран і звичайний хвостокіл) є яйцеживородними.

За характером живлення головне місце в уловах займали хижі риби, які складали майже половину виявлених видів (46%). Доля бентофагів складала 33%, планктофагів – 18%, детритофагів – 3%.

Кожен рік на протязі усього сезону лову в сітках були присутні бичок-кругляк, бичок-сурман, бичок-кнут, морський минь і морський язик. Досить часто траплялися бичок-ратан, оселедець, мерланг, глоса, хамса, зеленушка-перепілка. Періодично в сітки потрапляли російський осетер, чорноморська кумжа, хвостокіл, сингіль, морський коник, атерина, султанка, ставрида, зіркогляд, скорпена, камбала-калкан. Рідкими були одиночні особини білуги, пузанка, катрана, шпроту, саргана, луфаря, смариди, темного горбаня, морського дракончика, жовтої тригли, бичка-рижика.

Протягом трьох років досліджень загальний улов усіх видів риб коливався від 5,3 екз./сітка наприкінці квітня 2007 р. до 87 екз./сітка наприкінці вересня 2008 р. В цілому, найбільші показники улову приходилися на вересень (14,6–87 екз./сітка), навесні та влітку ці величини були дещо меншими. З вересня до грудня спостерігали поступове зменшення уловів в середньому від 44 екз./сітка до 15 екз./сітка. Вірогідно, що найнижчий показник улову мав бути взимку, але у січні – березні лов не проводили.

Аналіз динаміки величин улову по роках показує, що у 2007 р. середній улов склав 28,0 екз./сітка, у 2008 р. – 39,5 екз./сітка, у 2009 р. – 32 екз./сітка. Збільшення уловів за останні два роки можна пояснити використанням у ці роки сіток з більш широким спектром розміру вічка, що призвело до підвищення ефективності лову.

В усіх уловах по чисельності домінували бичкові риби, зокрема бичок-кругляк і бичок-сурман. Відповідно, вони складали до 100% і 60% від загальної кількості риби в уловах.

Величина уловів по видах риб, які постійно спостерігалися в Одеській затоці наведені у таблиці.

Улови масових донних риб в Одеській затоці (екз./сітка)

Вид риби	Рік проведення досліджень		
	2007	2008	2009
Бичок-кругляк	<u>2,3–35,0</u> 18,3	<u>2,2–48,7</u> 21,1	<u>1,9–23,6</u> 12,4
Бичок-сурман	<u>0,1–20,4</u> 3,6	<u>0,5–21,3</u> 5,9	<u>1,9–14,8</u> 7,6
Бичок-кнут	<u>0,1–3,8</u> 0,9	<u>0,1–3,2</u> 1,3	<u>0,2–9,6</u> 1,4
Морський минь	<u>0,1–4,1</u> 0,8	<u>0,1–9,3</u> 2,1	<u>0,5–38,0</u> 2,3
Морський язик	<u>0,1–1,0</u> 0,2	<u>0,1–10,0</u> 1,9	<u>0,1–8,2</u> 1,4

Примітки: в чисельнику – мінімальні і максимальні величини; в знаменнику – середня величина.

Найбільшу частку в уловах бичок-кругляк складав у квітні – травні, влітку та восени його чисельність дещо знижувалася. Влітку зростала кількість морського язика, восени – морського миня. Величина уловів морського миня збільшується від літа до кінця осені. Мерланг і глоса зустрічалися в уловах тільки у літне-осінній період. Такі флуктуації чисельності пояснюються особливостями біології цих видів, що пов'язано з періодами розмноження, нагулу і зимівлі риб [6].

Треба зазначити, що в районі Малого Фонтану, в порівнянні з іншими прибережними ділянками Одеської затоки, спостерігається досить велика чисельність морського миня, що було відмічено ще на початку ХХ ст. [4, 13]. Це пояснюється розташуванням у цьому районі більшої кількості ділянок з кам'янистим субстратом.

Висновки

Отже, в результаті досліджень з'ясовано, що в уловах в Одеській затоці (район Малого Фонтану) з квітня до грудня постійно трапляються п'ять видів донних риб: бичок-кругляк, бичок-сурман, бичок-кнут, морський минь, які значною мірою пов'язані з кам'янистим субстратом, а також морський язик – мешканець піщаних ділянок. Присутність інших видів в уловах не постійна і значною мірою залежить від сезону року.

1. Зайцев Ю. П. Іхтіопланктон Одеської затоки і суміжних ділянок Чорного моря. / Ю. П. Зайцев // – К.: Вид-во АН УССР, 1959. – 95 с.
2. Зайцев Ю.П. Размножение морских рыб в Одесском заливе / Ю.П. Зайцев // Природа, 1953. – № 1. – С. 113–114.
3. Замбриборщ Ф. С. Рыбы Одесского залива в прошлом и настоящем / Ф. С. Замбриборщ, М. А. Винникова, В. В. Заморов // Научн. труды Зоологического музея Одесского государственного университета им. И.И. Мечникова. – 1995. – Т. 2. – С. 19–26.
4. Киселевич К. Материалы по ихтиологической фауне Одесского залива / К. Киселевич // Сб. студ. биол. кружка при Новороссийском университете. – Одесса, 1908. – № 3. – С. 117–140.
5. Мовчан Ю. В. Риби України (таксономія, номенклатура, зауваження) / Ю.В. Мовчан // Збірник праць зоологічного музею. – 2008–2009. – № 40. – С. 47–86.
6. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря / А.Н. Световидов // М., Л.: Наука. – 1964. – 551 с.
7. Хуторной С. А. Рыбы прибрежных акваторий г. Одессы / С.А. Хуторной // Научные труды Зоологического музея Одесского государственного университета им. И.И. Мечникова. Исследование многообразия животного мира. – 1998. – Т. 3. – С. 42–45.
8. Хуторной С. А. Состояние морской ихтиофауны в рекреационной зоне г. Одессы / С.А. Хуторной // Перспективные направления развития экологии, экономики, энергетики. Материалы научной конференции. – Одесса: ОЦНТИ, 1998. – С. 23–26.
9. Хуторной С. А. Рекреационное рыболовство в Одесском заливе / С.А. Хуторной // Экологические проблемы городов и рекреационных зон, Сборник научных статей. – Одесса: ОЦНТИ, 1999. – С. 349–353.
10. Хуторной С. А. Изменение морской ихтиофауны в XX столетии у берегов Одессы / С.А. Хуторной // Экологические проблемы Черного моря, Сборник научных статей. – Одесса: ОЦНТИ, 1999. – С. 306–311.
11. Хуторной С. А. Изменения видового состава и численности морской ихтиофауны у берегов Одессы за период 1996–2001 гг. / С.А. Хуторной // Тез. I Международной конференции «Структура, биоразнообразие и функциональная роль животного населения водных экосистем». – Одесса, 2001. – С. 53.
12. Хуторной С. А. Редкие представители черноморской ихтиофауны Одесского залива и прилегающих акваторий моря / С.А. Хуторной // Мат. Юбилейной научн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 180-летию со дня рождения Л. С. Ценковского. Одесса, 28 марта–1 апреля 2003 г. – Одесса, 2003. – С. 184–194.

13. Яцентковский А. В. Рыбы Одесского залива / А.В. Яцентковский // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – 1909. – Т. 33. – С. 203–244.

В.В. Заморов¹, С.Ю. Черникова², М.П. Заморова¹

¹Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, Україна

²Одеський центр Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии, Украина

АНАЛИЗ СЕТНЫХ УЛОВОВ РЫБЫ В ОДЕССКОМ ЗАЛИВЕ

В результате проведенных исследований в Одесском заливе с апреля по декабрь в 2007–2009 гг. в уловах зарегистрировано 33 вида рыб. Наиболее массовыми были бычок-кругляк и бычок-сурман, также постоянно встречались бычок-кнут, морской налим и морской язык. Общий улов рыбы колебался от 5,3 экз./сеть до 87,0 экз./сеть.

Ключевые слова: Одесский залив, ихтиофауна, уловы

V.V. Zamorov¹, S.Yu. Chernikova², M.P. Zamorova¹

¹ Odesa National University named after I.I. Mechnikov

² Odesa center of the South research Institute of marine fish Industry and Oceanography

ANALYSIS OF FIXED GILLNET CATCHES OF FISH IN THE ODESA BAY

As a results of research in catches were found 33 species of fish in the Odessa bay in April-December 2007–2009. The most widespread were Round goby (*N. melanostomus*) and surman goby (*N. cephalargoides*). Knout goby, shore rockling and snouted sole were constant species in catches also. The total catch ranged from 5,3 to 87,0 specimen/ fishing net.

Key words: Odesa gulf, ichtiofauna, catches

УДК 528.26 (262.5)

А.Б. ЗОТОВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ АЗОТУ ДО ФОСФОРУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ М. ОДЕСИ НА МІЖРІЧНУ МІНЛИВІСТЬ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ УГРУПОВАНЬ ФІТОПЛАНКТОНУ

Виявлено вплив співвідношення азоту і фосфору в середовищі на міжрічну перебудову морфоструктурної організації фітопланктону, що проявляється в мінливості питомої поверхні угруповань.

Ключові слова: фітопланктон, структурна перебудова, співвідношення азоту до фосфору, питома поверхня угруповань

Аналіз впливу біогенних речовин на структурну перебудову фітопланктону є важливим аспектом вивчення закономірностей самоорганізації водних рослинних угруповань. Незважаючи на відсутність єдиного підходу до вирішення проблеми, сучасні дослідження вказують на те, що валові концентрації біогенних речовин і співвідношення між ними визначають різні механізми структурної мінливості. Абсолютні концентрації ресурсів визначають абсолютні чисельності популяцій, а їх відносні кількості залежать лише від співвідношень концентрацій біогенних речовин [3]. Отже, зміна співвідношень концентрацій ресурсів в середовищі викликає перебудову таксономічної структури фітопланктону, визначаючи зміну популяцій та їх вклади в кількісні показники угруповань. При цьому співвідношення азоту до фосфору є найбільш важливим самостійним регулюючим чинником [6].

Метою роботи є аналіз структурної реакції угруповань фітопланктону прибережної зони м. Одеси на міжрічну мінливість співвідношень концентрацій азоту і фосфору в середовищі і пошук показників, що відображають ці структурні зміни.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в прибережній зоні м. Одеси в 2006–2009 рр. Відбір проб фітопланктону здійснювали в районі полігону «Біостанція» на 4-х станціях, розташованих в акваторії, обмеженій берегоукріплювальними спорудами (ст. 1–3), та за її межами (ст. 4). Відбір проб у 2006–2008 рр. проводився щомісячно, в 2009 р. – з двотижневим інтервалом. Проби фітопланктону відбирали в поверхневому шарі води (0,5 м), фіксувалися 4%-ним розчином формаліну і згущувалися осадовим методом. Визначення таксономічного складу і підрахунок кількісних показників фітопланктону проводилося в краплі об'ємом 0,05 мл при збільшенні 40x10 та 40x7. Підрахунок клітин робили двічі. Значення структурних показників фітопланктону (чисельності N_y , біомаси B_y , площі поверхні S_y та питомої поверхні $(S/W)_y$ угруповань) розраховували згідно стандартної методики [4].

Концентрації мінеральних (N_{\min} , P_{\min}) та загальних ($N_{\text{заг}}$, $P_{\text{заг}}$) форм азоту та фосфору визначалися згідно з загальноприйнятими методиками [5].¹

Первинні дані оброблялися з використанням комп'ютерної програми «Альголог», розробленої в ОФ ІнБІОМ НАНУ. Для аналізу міжрічної мінливості структурних показників угруповань фітопланктону формувалися зіставлювані ряди даних. Для нормування рядів даних застосовувалося логарифмування. Статистичний аналіз результатів проводився з використанням програми STATGRAPHICS Plus 5.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Незважаючи на численні дослідження природних угруповань і лабораторних культур, що підтверджують вплив співвідношень ресурсів на формування фітопланктону, механізми реакції угруповань на це вивчені мало, що пов'язано з специфічністю потреб популяцій в ресурсах і складним характером їх індивідуального розвитку [6]. Відомо, що значні зміни N/P визначають перебудову структури фітопланктону на рівні таксономічних відділів. Так, при значеннях N/P від 20 до 50 домінують представники Bacillariophyta або, за відсутності кремнію – Chlorophyta. При зниженні N/P до 2–5 переважають Cyanophyta [6]. В зв'язку з цим аналіз таксономічної структури розглядається як інструмент при аналізі впливу N/P на фітопланктон. У прибережній зоні м. Одеси, де середньорічні значення $(N/P)_{\min}$ у 2006–2009 рр. варіювали від 39 до 135, а $(N/P)_{\text{заг}}$ – від 37 до 64, найбільший вклад в N_y , B_y і S_y формували представники Bacillariophyta (рис. 1, 3). Проте міжрічні зміни N/P в 2006–2009 рр. не визначали кардинальної перебудови таксономічної структури фітопланктону. Окрім спільної тенденції до зниження вкладу представників Bacillariophyta, середньорічні вклади таксонів у величини різних структурних показників змінювалися індивідуально і статистично незначно (рис. 1). Це пов'язано з тим, що таксономічна перебудова фітопланктонних угруповань визначається перебудовою їхньої функціональної організації. На структурному рівні цей зв'язок опосередкований морфологічною перебудовою угруповань. По суті, зміна популяцій, що характеризуються різною морфологічною організацією, є проявом морфофункціональної перебудови фітопланктону. При незначних змінах співвідношень ресурсів, ця перебудова може відбуватися в рамках морфологічної мінливості сукупності представників таксономічних відділів. Цей процес впливає на співвідношення вкладів окремих таксонів в N_y , B_y і S_y , у відповідності до екологічного правила залежності кількості та біомаси популяцій від розмірів організмів, що їх формують. Отже, міжрічна мінливість N/P в районі досліджень не призводила до перебудови фітопланктону на рівні таксономічних відділів, регулюючи їх морфологічну організацію на популяційному рівні. Відповідно до цього, ряд таксонів характеризується високою морфологічною мінливістю. Так, середньорічні значення S/W представників Cyanophyta варіювали від 1991 м²·кг⁻¹ до 3453 м²·кг⁻¹, Chlorophyta – від 2395 до 3893 м²·кг⁻¹ (рис. 2).

При цьому Cyanophyta наближалися до нижньої межі морфологічної мінливості, а Chlorophyta – до верхньої [2]. Різні таксони характеризувалися індивідуальним характером міжрічної мінливості S/W . Це узгоджується з уявленнями про угруповання фітопланктону як про єдину систему, що реагує на зміну співвідношень ресурсів взаємозв'язаною структурно-функціональною перебудовою всіх організмів, що його формують [3]. Аналіз цієї залежності потребує використання інтегрального показника, що характеризує морфологічну структуру угруповання в цілому. Це положення підтверджується впливом співвідношення концентрацій азоту до фосфору на динаміку питомої поверхні угруповань фітопланктону $(S/W)_y$.

¹ Автор висловлює подяку співробітнику Одеської філії Інституту біології південних морів НАН України Л.П. Павлютіній за виконану роботу.

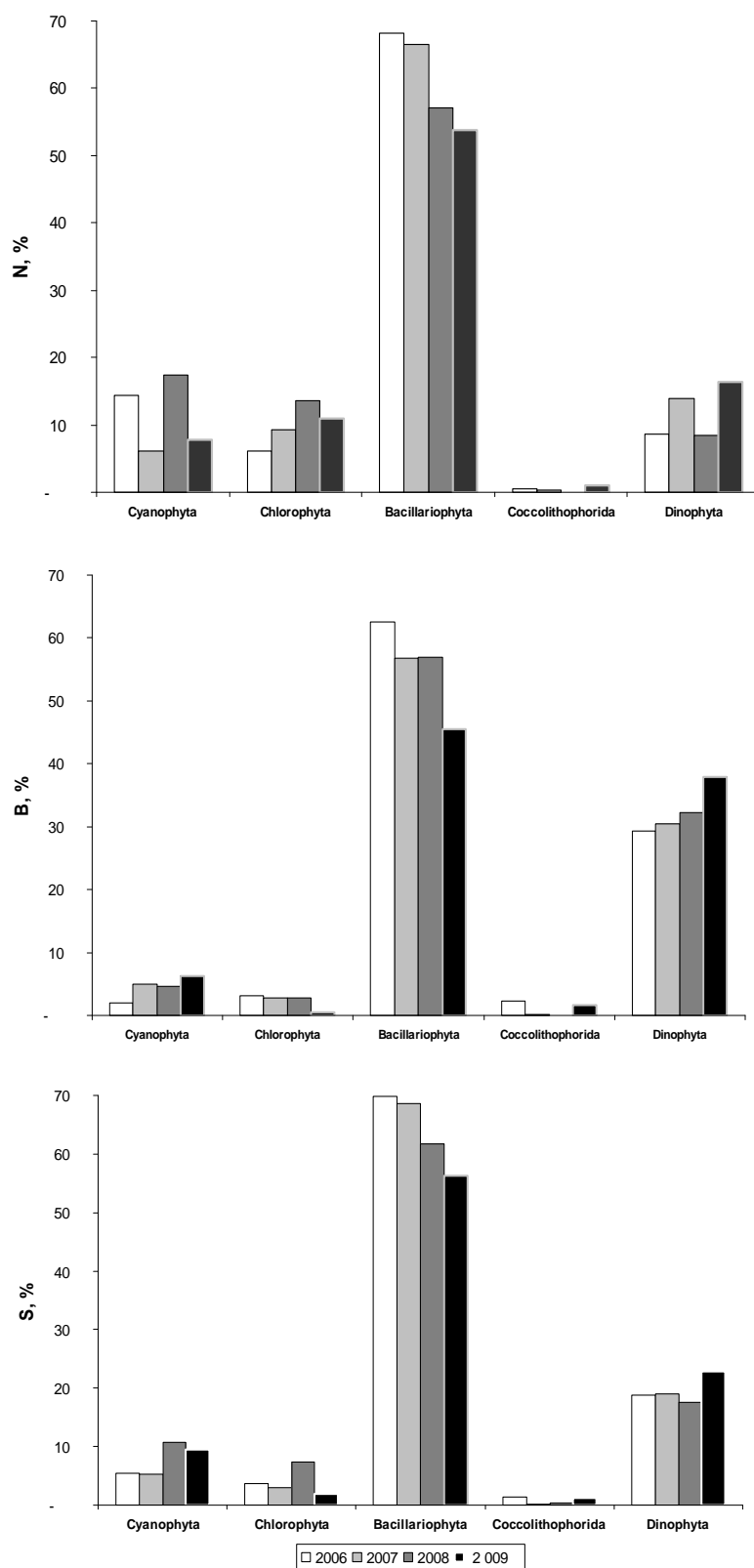


Рис. 1. Середньорічні вклади представників таксономічних відділів в чисельність (N_y), біомасу (B_y) і сумарну площу поверхні (S_y) угруповань фітопланктону прибережної зони м. Одеси (2006–2009 рр.)

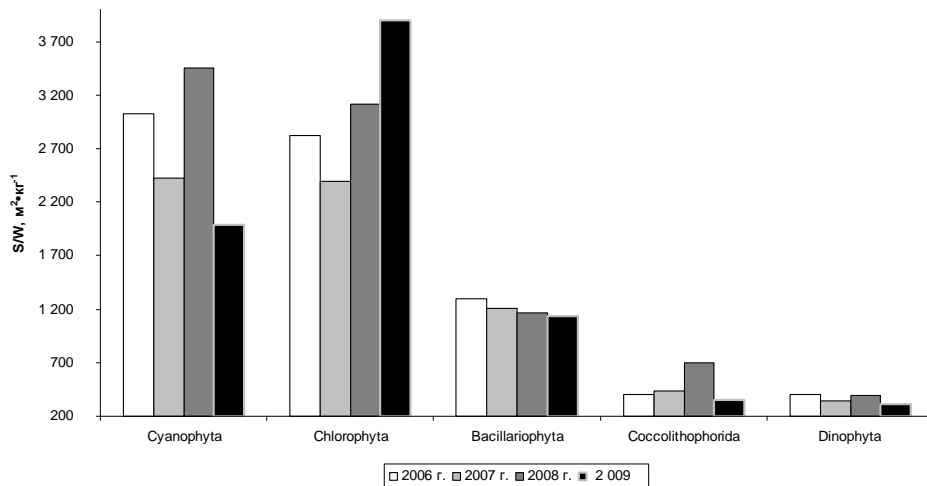


Рис. 2. Середньорічні значення питомої поверхні S/W таксономічних відділів фітопланктону прибережної зони м. Одеси (2006–2009 рр.)

Міжрічна мінливість цього показника статистично значна ($P < 0,027$) і синхронна з динамікою співвідношень концентрацій як мінеральних, так і загальних форм азоту та фосфору (рис. 3). Проте рівень взаємозв'язку між $(S/W)_y$ та цими показниками різний. На відміну від $(N/P)_{\min}$, міжрічна мінливість $(N/P)_{\text{заг}}$ статистично значима ($P < 0,048$). Крім цього, $(N/P)_{\text{заг}}$ характеризується значним впливом на $(S/W)_y$ для трьох послідовних пар років: $P < 0,040$ у 2006–2007 рр., $P < 0,049$ у 2007–2008 рр., $P < 0,025$ у 2008–2009 рр. Для $(N/P)_{\min}$ статистично значимий вплив не виявлено. Це узгоджується з дослідженнями впливу загальних форм біогенних речовин на структурну перебудову фітопланктону [1].

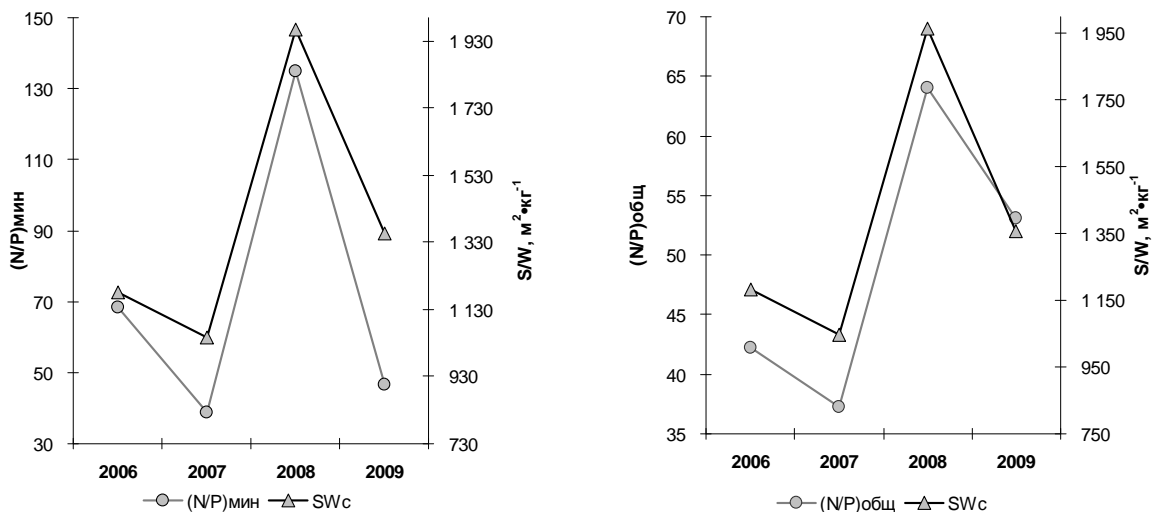


Рис. 3. Міжрічна мінливість співвідношень мінеральних $(N/P)_{\min}$ (а) і загальних $(N/P)_{\text{заг}}$ (б) форм азоту і фосфору і питомої поверхні угруповань фітопланктону $(S/W)_y$, $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ прибережної зони м. Одеси (2006–2009 рр.)

Висновки

Міжрічна мінливість N/P в прибережній зоні м. Одеси в 2006–2009 рр. не призводила до перебудови структури фітопланктону на рівні таксономічних відділів, регулюючи їх морфологічну організацію на популяційному рівні. Вплив N/P проявився в тісному зв'язку з показником $(S/W)_y$, що відображає морфологічну організацію угруповання в цілому.

1. Гершанович Д.Е. Биопродуктивность океана / Д.Е. Гершанович, А.А. Елизаров, В.В. Сапожников. – М.: Агропромиздат, 1990. – 236 с.

2. Зотов А.Б. Характеристика удельной поверхности таксономических отделов фитопланктона Одесского региона (Украина) / А.Б. Зотов // Альгология. – 2005. – № 2. – С. 195–204.
3. Левич А.П. Управление структурой фитопланктонных сообществ (эксперимент и моделирование) : автореф. дисс. ... докт. биол. наук. : 03.00.18 “Гидробиологи” / А.П. Левич. – М., 2000. – 32 с.
4. Миничева Г.Г. Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г.Г. Миничева, А.Б. Зотов, М.Н. Косенко. – Одесса, ОфИнБЮМ, 2003. – 37 с. – (Препринт / НАН Украины. Одес. фил. Ин-та биол. южных морей; ОфИнБЮМ 2003-5).
5. Руководство по химическому анализу морских вод: руководящий документ. – СПб: Гидрометиздат, 1993. – 264 с.
6. Bulgakov N.G. The nitrogen: phosphorus ratio as a factor regulating phytoplankton community structure / Bulgakov N.G., Levich A.P. // Archiv fur Hydrobiologie. – 1999. – Vol. 146, N 1. – P. 3–22.

А.Б. Зотов

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ АЗОТА К ФОСФОРУ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ Г. ОДЕССА НА МЕЖГОДОВУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППИРОВОК ФИТОПЛАНКТОНА

Выявлено влияние соотношения азота к фосфору в среде на межгодовую перестройку морфоструктурной организации фитопланктона, проявляющееся в изменчивости удельной поверхности сообществ.

Ключевые слова: фитопланктон, структурная перестройка, соотношение азота к фосфору, удельная поверхность группировок

A.B. Zotov

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

INFLUENCE OF CORRELATION OF NITROGEN TO PHOSPHORUS IN OFF-SHORE AREA OF ODESSA ON INTERYEARS-OLD CHANGEABILITY OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF GROUPMENTS OF PHYTOPLANKTON

Influence of nitrogen/phosphorus ratio in environment to interannual reorganization of phytoplankton morphological structure is revealed. It is visible in variability of the community's specific surface.

Key words: phytoplankton, structural alteration, correlation of nitrogen to phosphorus, specific surface of groupments

УДК 594.124:591.133.32 (262.5)

Г.В. ІВАНОВИЧ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська 37, Одеса 65011

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СЕЗОННУ ДИНАМІКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАПАСІВ МІДІЙ

Вивчали динаміку вмісту глікогену та сумарних ліпідів у мідій *Mytilus galloprovincialis* Lam. на двох станціях Одеської затоки з різним антропогенним навантаженням. Встановлено, що вміст глікогену біля випуску очисних споруд в органах мідій менший, ніж в районі мису В. Фонтан. Різниця у вмісті сумарних ліпідів між станціями в органах у мідій не встановлено.

Ключові слова: Mytilus galloprovincialis, Одеська затока, глікоген, ліпіди, репродуктивні цикли, антропогенне навантаження, сезонна динаміка

Нині зростає антропогенне навантаження на прибережні морські екосистеми. Успіх адаптивних перебудов молюсків до несприятливих факторів середовища та ендогенних ритмів протягом життєвого циклу здебільшого визначається вмістом таких компонентів як глікоген та ліпіди.

В умовах гіпоксії та аноксії у молюсків спостерігається зниження інтенсивності обміну у 10–20 разів [1, 12]. В умовах глибокої гіпоксії та анаеробіозу, які обумовлені дією побутових стоків, у

мідій відбуваються зміни метаболізму, що навіть після перебування молюсків протягом доби у чистій воді не повертаються до норми [2].

В енергетичному обміні мідій важливу роль відіграє глікоген. Він використовується як в аеробних, так і в анаеробних умовах, коли домінуючу роль в обміні має гліколіз – це один з найважливіших процесів, які забезпечують адаптацію мідій до низького напруження кисню у воді (гіпоксії) [1, 8, 11]. Вміст глікогену може бути індикатором, що характеризує стан молюсків [5, 6].

Мета цієї роботи полягала у вивченні сезонної динаміки накопичення глікогену та сумарних ліпідів на різних стадіях репродуктивного циклу у мідій *Mytilus galloprovincialis* Lam, які мешкають у районах з різним рівнем антропогенного навантаження.

Матеріал і методи досліджень

Мідій відбирали щомісяця (квітень–жовтень 2008 р.) з двох станцій, що знаходяться на відстані приблизно 2 км одна від одної. Одна з цих станцій знаходиться поблизу очисних споруд (ОС “Південна”), яка є потужним джерелом забруднення, друга – у районі мису Великий Фонтан (умовно чиста).

ОС “Південна” призначена для очищення виробничих та господарсько-побутових стоків підприємств та населення м. Одеси. Станція біологічного очищення “Південна” постачає у морське середовище нітрати, нітріти, амонійний азот, фосфати та органічні сполуки [4]. Біогенні та органічні джерела сприяють високому рівню евтрофування вод.

У кожній пробі одночасно були мідії на 2–5 стадіях репродуктивного циклу. Молюсків на одній стадії зрілості об’єднували в 5 паралельних груп, в кожен з яких входило 5–6 молюсків з довжиною стулок 30–50 мм. Всього зібрано та оброблено 156 проб молюсків.

Готували гомогенати трьох різних органів – гонад, гепатопанкреаса та зябер за охолодження [10]. Досліджували стадії розвитку гонад на свіжих мазках під мікроскопом за шкалою Любе [10]. Вміст глікогену в тілі мідій визначали антронним методом згідно Сейфтера [10], ліпіди екстрагували за методом Фолча [7]. Вміст глікогену та ліпідів виражали у відсотках сирої маси м’яких тканин.

Матеріали оброблені статистично за стандартними методиками [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Вміст глікогену в межах однієї стадії протягом року був непостійним. Оскільки у всі вивчені місяці були присутні мідії на стадії переходу до статевого спокою, ми провели аналіз вмісту глікогену та сумарних ліпідів на цій стадії репродуктивного циклу.

Динаміка вмісту глікогену у молюсків у вивчені місяці на обох станціях мала подібний характер (рис. 1 А, В). Мінімум цього показнику був відмічений в гонадах на станції біля м. В. Фонтан і відзначався в квітні (1,93%) та жовтні (1,35%), а на станції біля очисних споруд – (1,55% та 1,28% відповідно)

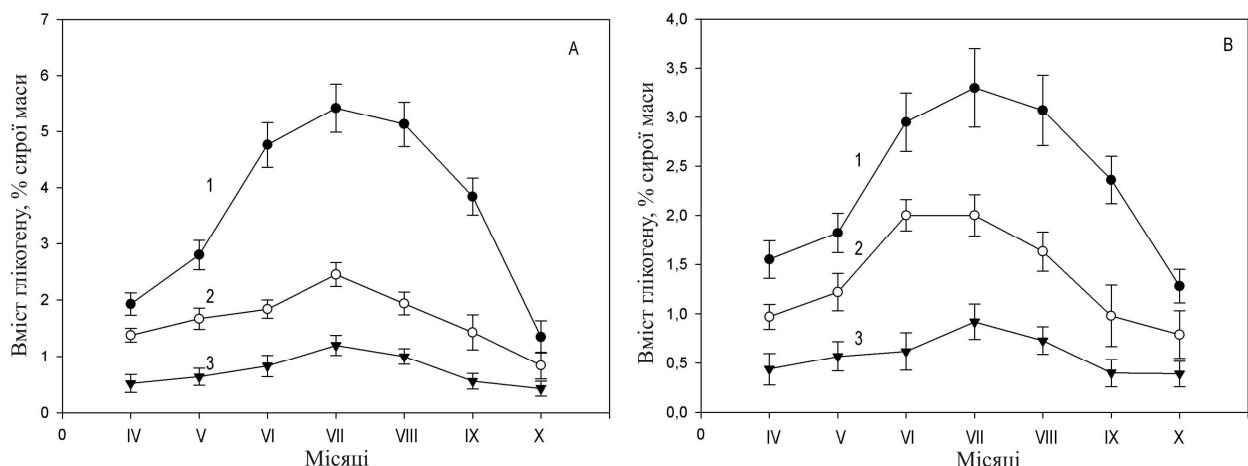


Рис. 1. Вміст глікогену (% сирої маси) в гонадах (1), гепатопанкреасі (2) та зябрах (3) на стадії переходу до статевого спокою біля м. В. Фонтан (А) і очисних споруд (В)

3 квітня відбувалося накопичення глікогену, яке досягало максимуму на обох станціях в липні. Так на станції біля м. В. Фонтан його вміст сягав – 5,42 %, а на станції біля очисних споруд – 3,30%. У другій половині літа вміст глікогену зменшувався і досягав мінімуму в жовтні на цих

станціях (1,35% та 1,28% відповідно), оскільки у цьому місяці відбувався вимет статевих продуктів у мідій.

Найбільш інтенсивне накопичення глікогену було у молюсків на станції біля м. В. Фонтан. З травня до липня вміст глікогену в гонадах молюсків з обох станцій відрізняється ($P < 0,05$). Так, у травні його вміст у тварин на станції біля м. В.Фонтан в 1,50, в червні – в 1,55, в липні, коли було відмічено максимальне накопичення глікогену, – в 1,63 та серпні – в 1,66 разів більший, ніж на станції біля очисних споруд. Оскільки накопичення глікогену пов'язано з формуванням енергетичних резервів, та лінійним ростом тварин, можна говорити про те, що на станції біля м. В. Фонтан ці процеси проходили інтенсивніше, ніж на станції біля очисних споруд.

В гепатопанкреасі та зябрах динаміка вмісту глікогену співпадала з динамікою вмісту глікогену в гонадах. Максимальний його вміст спостерігався в цих органах в липні: на станції біля м. В. Фонтан 2,45% та 1,20% відповідно, а на станції біля очисних споруд – 2,00% та 0,92% відповідно. Мінімум в гепатопанкреасі та зябрах був відмічений в квітні – 1,38% та 0,52% відповідно, та в жовтні – 0,84% та 0,43% відповідно.

Вміст сумарних ліпідів у мідій на обох станціях змінювався подібно і був нижчим, ніж вміст глікогену (рис. 2 А,В). Максимальне накопичення ліпідів відмічено у гепатопанкреасі, а мінімум – у зябрах, як і вміст глікогену. Максимальне накопичення ліпідів на обох станціях у всіх органах, які вивчали, відбувалося у вересні, а мінімальне – у весняно-літні місяці. Так, у вересні цей показник на станції біля м. В. Фонтан в гепатопанкреасі становив 1,23% в гонадах – 1,05% , зябрах – 0,30%. На протилежність вмісту глікогену, різниці в накопиченні ліпідів у молюсків на обох станціях не виявлено($P>0,05$).

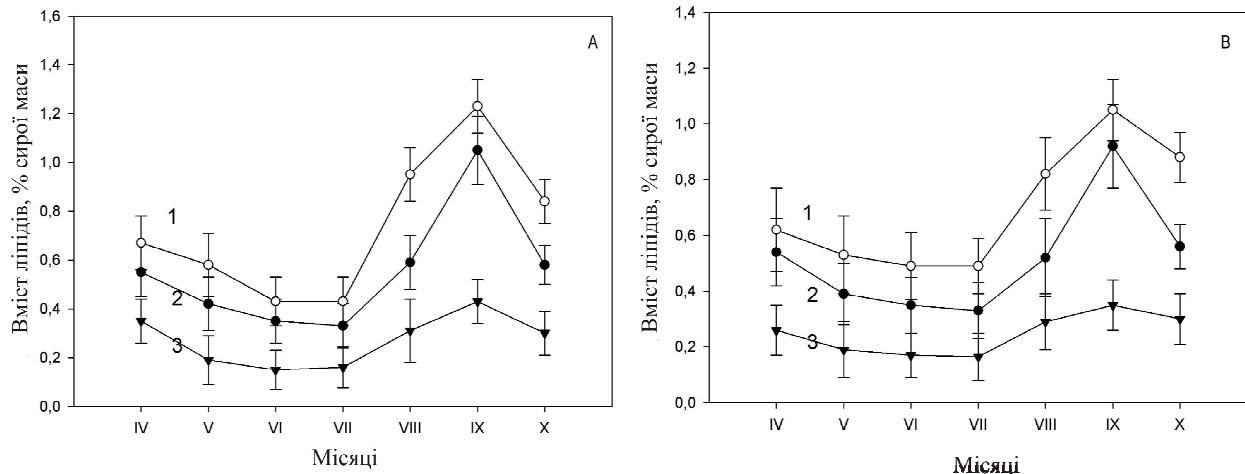


Рис. 2. Вміст ліпідів (% сирій маси) в гонадах (1), гепатопанкреасі (2) та зябрах (3) на стадії переходу до статевих спокій біля м. В Фонтан (А) і очисних споруд (В)

Висновки

Дослідження сезонної динаміки накопичення глікогену та сумарних ліпідів на різних стадіях репродуктивного циклу у мідій *Mytilus galloprovincialis* Lam показало, що антропогенний прес, викликаний стоком очисних споруд (ОС “Південна”), впливає на динаміку накопичення глікогену у органах мідій. На відміну від показників вмісту сумарних ліпідів показники вмісту глікогену є інформативним індикатором фізіологічного стану мідій.

Показано значення глікогену та ліпідів у процесах адаптації мідій до екологічних умов навколишнього середовища.

1. Горомосова С.А. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий / Горомосова С.А., Шапиро А.З. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.
2. Особенности метаболизма черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* L.) из различных биотопов Карадагского заповедника / В.В. Трусевич, А.Я. Столбов, О.Ю. Вялова, Т.П. Кондратьева [и др.] // Морск. экол. журн. – 2004. – Т. 3, № 1. – С. 79–85.
3. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 150 с.
4. Тучковенко Ю.С. Оценка вклада антропогенных источников Одесского региона в загрязнении морской среды / Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: міжвідомчий наук. зб. – 2003. – Вип. 47. – С. 130–140.
5. Шульман Г.Е. Физиолого-биохимическая индикация и мониторинг состояния гидробионтов Черного моря / Г.Е. Шульман. // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 1. – С. 42–52.

6. Шульман Г.Е. Экологическая физиология и биохимия черноморских гидробионтов в начале XXI века / Г.Е. Шульман. // Экология моря. – 2001. – Вып. 57. – С. 68–74.
7. Folch J. Preparation of lipid extracts from brain tissue / J. Folch, J. Ascoli, M. Lees // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 191, N2. – P. 833–841.
8. Energy metabolism of the mussel, *Mytilus galloprovincialis*, during long-term anoxia / [G. Isani, O. Cattani, M. Zurzolo, C. Pagnucco, P. Cortesi.] // Comp. Biochem. Physiol. – 1995. – Vol. 110B, N 1. – P. 103–113.
9. Lubét P. Etude du cycle de reproduction de *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) (Moll. Lamellibranche) a la limite meridionale de son aire de repartition, comparaison avec les autres secteurs de cette aire / P. Lubét, J.-P. Gimazane, G. Prunus // Haliotis. – 1981. – N 11. – P. 157–170.
10. Seifter S. The estimation of glycogen with the anthrone reagent / S. Seifter, S. Dayton. // Arch. Biochem. Biophys. – 1950. – Vol. 25, №. 1. – P. 191–200.
11. Zwaan A. Anaerobic metabolism in Bivalvia (Mollusca). Characteristics of anaerobic metabolism / A. de Zwaan, A. Wijsman. // Comp. Biochem. Physiol. – 1976. – Vol. 54B. – P. 313–324.
12. Zwaan A. Cellular energy metabolism in the Mytilidae: an overview / A. de Zwaan, A. Mathien // The mussel *Mytilus* ecology, physiology, genetics and culture. – Amsterdam: Elsevier, 1992. – P. 143–155.

Г.В. Иванович

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК НА СЕЗОННУЮ ДИНАМИКУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАПАСОВ У МИДИЙ

Изучали динамику содержания гликогена и суммарных липидов у мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. на двух станциях Одесского залива с разным уровнем антропогенной нагрузки. Установлено, что содержание гликогена возле выпуска очистных сооружений меньше, чем в районе мыса Б. Фонтан. Разницы в содержании суммарных липидов между станциями в органах мидий не установлено.

Ключевые слова: мидия *Mytilus galloprovincialis*, Одесский залив, гликоген, липиды, репродуктивные циклы, антропогенная нагрузка, сезонная динамика

G.V. Ivanovich

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOADS ON THE SEASONAL DYNAMICS ENERGETIC RESERVES OF THE MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

The seasonal dynamics of glycogen and lipid content in mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) was studied in Odessa Bay sites (Ukraine) under the influence of different anthropogenic loads. It has been established that near the water treatment plant the glycogen content is less than in the relatively clean area near Cape Bolshoi Fontan. No difference was noted for the lipids in mussel organs.

Key words: mussel of *Mytilus of galloprovincialis*, Odesa gulf, glycogen, lipids, reproduction cycles, anthropogenic loading, seasonal dynamics

УДК 591.524.12:551.465.11(262.5)

И.И. КАЗАНКОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЁННОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ *MYTILUS* *GALLOPROVINCIALIS* У БЕРЕГОВ КРЫМА

Освещённость влияет на скорость образования и выраженность синей и коричневой пигментации раковины у пост-личинок мидии. У части особей формирующийся участок раковины может приобретать или терять синее окрашивание.

Ключевые слова: *Mytilus galloprovincialis*, Чёрное море, фенетическая структура

Для выявления эволюционных и экологических механизмов функционирования *Mytilus galloprovincialis* Lam. в Чёрном море, селективных возможностей вида важно знать причины, вызывающие неоднородность фенетической и генетической структуры его популяции. Соотношение особей с различной окраской раковины в различных поселениях черноморской мидии явилось предметом многих исследований [1–7]. Полагают, что одной из возможных причин изменения частоты цветовых морф в поселениях мидий является различная освещенность биотопов [2, 3, 5, 9].

Цель работы – изучить влияние освещенности на формирование окраски раковины и фенетической структуры поселений мидии у берегов Крыма.

Материал и методы исследований

Влияние освещенности на формирование окраски раковины у мидий, полученных из планктонных личинок. В 2000 г. в лаборатории подращивали личинок из верхнего слоя пелагиали. Особей, достигших длины 0,5 мм, разделили на две группы. Мидии первой группы росли сначала в темноте, затем при естественном освещении, второй – только при естественном освещении. В ходе эксперимента определяли число особей с синей и коричневой окраской раковины.

Влияние освещенности на формирование окраски раковины у ювенильных особей мидии при подращивании их на различных глубинах. Из мидий, полученных в результате скрещивания коричневых особей, были отобраны 600 экз. длиной $0,6 \pm 0,07$ мм. Их поместили в два садка, которые экспонировали в б. Ласпи на глубине 1 м и 10 м в течение месяца летом 1992 г.

Фенетическая структура весеннего спата мидии у берегов Крыма. Весной 2010 г. на глубине 3 м экспонировали экспериментальные субстраты с ворсистой поверхностью: в б. Ласпи – в марте–апреле, в Голубом заливе (пос. Кацивели) – в апреле. Объем анализируемых выборок мидий достигал 200 экз. Максимальная длина мидий в выборках составила – в б. Ласпи – 1,7, в Голубом заливе – 0,8 мм; минимальная – 0,35 мм.

Изменение окраски раковины у сеголеток и годовиков мидий по мере их роста в поселениях на коллекторах. С мая 2000 по октябрь 2001 г. ежемесячно исследовали соотношение цветовых морф у коллекторных мидий в акватории внешнего рейда Севастополя. Начало экспозиции коллекторов – январь 2000 г. Проанализировано 20 выборок, в среднем, по 880 особей в каждой.

В 2008 г. анализировали частоту цветовых морф у коллекторных мидий кутовой части Севастопольской бухты. Коллектор экспонировался с февраля 2008 г. и был расположен под навесом в затенённых условиях. В конце июля из выборки в 440 экз. (максимальная длина особей в ней составляла 22 мм, минимальная – 3 мм) были отобраны все коричневые мидии (227 экз.). Для дальнейшего подращивания их поместили в садки на глубине 0,5 м на освещаемом солнцем участке акватории. Анализ цвета раковин этих моллюсков был проведен в октябре 2008 г.

Результаты исследований и их обсуждение

Влияние освещенности на формирование окраски раковины у пост-личинок, выращенных из природных педивелигеров мидии. Как видно из данных, представленных в табл. 1, у мидий, выращиваемых в темноте (группа №1), синяя окраска вырабатывалась позже, чем у особей, подращиваемых изначально в режиме смены дня и ночи (группа №2). В дальнейшем, когда все мидии стали расти при режиме смены дня и ночи, соотношение синих и коричневых особей в обеих группах стало практически одинаковым – примерно 1:1.

Таблица 1

Соотношение синих (С) и коричневых (К) особей, выросших из природных педивелигеров мидии при различном световом режиме

Условия и результаты	Экспозиции					
	Первая		Вторая		Третья	
№ группы и число особей, экз.	№1 n=100	№2 n=113	№1 n=85	№2 n=103	№1 n=76	№2 n=99
Световой режим	●	●	●	●	●	●
Соотношение С и К, %	0:100	52:48	29:71	51:49	47:53	51:49
Средняя длина мидий, мм	0,6	0,6	1,0	0,8	1,7	1,7

Примечания: ● - режим чередования дня и ночи, ● - полная темнота.

Влияние освещенности на формирование окраски раковины у ювенильных особей мидии при подращивании их на различных глубинах. В конце эксперимента мидии достигли длины 1,4–1,7 мм. Среди синих особей можно было выделить тёмно-фиолетовых и тёмно-коричневых с синими полосками. Среди коричневых – тёмно-коричневых и светло-коричневых (рис. 1).



Рис. 1. Распределение мидий по вариантам окраски раковины на глубине 1 и 10 м (б. Ласпи, август 1992 г.)

Мидии с синей раковиной, росшие на глубине 1 м, были непроницаемо тёмно-фиолетовыми, почти чёрными. У мидий с синей окраской с глубины 10 м раковина хорошо просвечивалась, просматривался её темно-коричневый фон и отдельные синие полосы. На глубине 10 м, по сравнению с 1 м, светло-коричневых было значительно больше, а тёмно-коричневых – меньше (рис. 1).

Особенности формирования фенетической структуры весеннего спата мидии у берегов Крыма. В изученный период 2010 г. основное оседание спата проходило в апреле. Это следует из размерного состав осевших особей: в Голубом заливе мидии длиной до 0,8 мм в составляли 100, в б. Ласпи – 93 %. Особи с синей окраской раковины составили: в б. Ласпи - 8, Голубом заливе - 86%. В отличие от Голубого залива, в б. Ласпи субстрат был покрыт плотным слоем диатомовых водорослей.

Изменение окраски раковины у сеголеток мидий по мере их роста в поселениях на коллекторах. В акватории внешнего рейда Севастополя у части коллекторных мидий изменялась окраска формирующихся участков раковины. На глубине 0–1 м около 7–9% двухгодовиков, бывших в первый год синими, начинали вырабатывать раковину только с коричневым окрашиванием. На 10 м таких мидий было около 12%. В то же время у коричневых особей на втором году жизни образовывалась раковина, с синей окраской. Таких особей было 0,8–2,8%, и встречались они только в верхнем горизонте.

В кутовой части Севастопольской бухты в выборке, снятой с коллектора в июле 2008 г., синие особи составляли 48, коричневые – 52%. В октябре 2008 г., когда мидии подросли примерно на 10 мм, у 34% коричневых мидий вновь образованный участок раковины приобрел темно-коричневый фон с тонкими слабо заметными равномерно расположенными синими полосками. Остальные коричневые особи окраску не изменили. Таким образом, с июля по октябрь 2008г. за счёт изменения окраски раковины доля коричневых мидий уменьшилась с 52% до 35%.

Замедление выработки окраски раковины и ослабление интенсивности её проявления у пост-личинки мидии при низкой освещённости было отмечено ранее у *M. edulis* [9]. Приведённые выше результаты подтверждают наличие этой особенности и у *M. galloprovincialis*, а также показывают, что изменение освещённости влияет на степень проявления не только синей, но и коричневой пигментации.

Данные, по изменению окраски молодых участков раковины мидии относительно старых, не противоречат сведениям, полученным в экспериментах с *M. edulis* [8] и дополняют их тем, что вновь образованные участки раковины могут не только приобретать синее окрашивание, но и терять его.

По фенетическому составу спат, осевший в апреле 2010 г. в районе Южного берега Крыма, отличался от педивелигеров мидий, выловленных у берегов Севастополя в марте 2000 г., апреле 2003 г. и январе 2005 г. Пост-личинки, выросшие из этих педивелигеров в лабораторных условиях, имели равное число синих и коричневых особей [4]. Если исключить возможность пространственно-временной неоднородности генетического состава оседающих у берегов Крыма мидий, отмеченное существенное отклонение от 50% доли синих особей в Голубом заливе и б. Ласпи можно объяснить тем, что в первом случае мидии росли под воздействием прямых солнечных лучей, стимулирующих выработку синей пигментации, а во втором – под прикрытием диатомовых водорослей, защищающих их от яркого солнечного света.

Выводы

Низкая освещённость замедляет выработку синего окрашивания раковины у пост-личинок мидии и уменьшает интенсивность, как синей, так и коричневой её пигментации. При увеличении освещённости в поселениях мидии, особенно на ранних стадиях их развития, доля синих особей может существенно увеличиться за счет того, что у части изначально коричневых мидий начинает вырабатываться раковина с синей окраской.

1. Булатов К.В. Генетическая природа окраски раковин у черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / К.В. Булатов // ДАН УССР. Сер. Б. – 1984. – № 6. – С. 54–56.
2. Драголи А.Л. К вопросу о взаимосвязи между вариациями черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) / А.Л. Драголи // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. – К.: Наук. думка, 1966. – С. 3–5.
3. Золотницкий А.П. К вопросу о внутривидовой дифференциации черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. Керченского пролива / А.П. Золотницкий, Л.Ф. Штыркина // Всес. совещ. по теме «Морфология, систематика, филогения и экогенез двустворчатых моллюсков». 26 – 28 нояб. 1984 : тез докл. – М., 1984. – С. 32–33.
4. Казанкова И.И. Формування поселень *Mytilus galloprovincialis* Lam. на штучних субстратах біля південних і південно-східних берегів Криму / И.И. Казанкова // автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.17 “Гідробіологія”. – Севастополь, 2006. – 24 с.
5. Казанкова И.И. Частота цветковых морф в поселениях *Mytilus galloprovincialis* в прибрежных водах южного и юго-западного Крыма / И.И. Казанкова // Экология моря, 2008. – Вып. 75. – С. 38–41.
6. Пиркова А.В. Популяционно-генетические исследования мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. / А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина, Н.Г. Столбова, В.Н. Иванов // Экология моря. – 2000. – Вып. 5. – С. 70–75.
7. Шурова Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Чёрного моря / Н.М. Шурова : автореф. дисс. ... докт. биол. наук : 03.00.17 “Гидробиология”. – Севастополь, 2009. – 41 с.
8. Newkirk G.F. Genetics of shell color in *Mytilus edulis* L. and the association of growth rate with shell color / G.F. Newkirk // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1980. – Vol. 47, N1. – P. 89–94.
9. Trevelyan G.A. Light-induced shell pigmentation in post-larval *Mytilus edulis* and its use as a biological tag / Trevelyan G.A., Chang E.S. // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1987. – Vol. 39, N 2. – P. 137–144.

И.И. Казанкова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ВПЛИВ ОСВІТЛЕНOSTІ НА ФОРМУВАННЯ ФЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОСЕЛЕНЬ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* БІЛЯ БЕРЕГІВ КРИМУ

Освітленість впливає на швидкість формування і вираженість синьої та коричневої пігментації у пост-личинок мідії. У частини особин ділянка раковини, що формується, може набувати або втрачати синє забарвлення.

Ключові слова: *Mytilus galloprovincialis*, Чорне море, фенетична структура

I.I. Kazankova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

LIGHT INFLUENCE ON FORMING OF FENETIC STRUCTURE OF *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* SETTLEMENTS NEAR CRIMEAN COASTS

The light influences on the rate of forming and intensity of dark blue and brown pigmentation in post-larval mussels. The young areas of the shells of some mussels can acquire or lose the dark blue color.

Key words: *Mytilus galloprovincialis*, Black sea, fenetic structure

УДК [504.37,423]

О.В. КАТУНІНА, І.В. МІТЮКОВА

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Морське відділення
вул. Радянська, 61, Севастополь 99011, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ АСПАР У ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ СЕВАСТОПОЛЬСЬКОЇ БУХТИ Й АТМОСФЕРНИХ ОПАДАХ М. СЕВАСТОПОЛЯ

Представлені результати натурних моніторингових досліджень рівня забруднення детергентами морських вод і атмосферних опадів у районі м. Севастополя. Дано порівняння рівня забруднення морських вод діючими ГДК води рибогосподарських водоймищ. Розглянуті внутрішньорічна, міжрічна і сезонна тенденції забруднення вод АСПАР.

Ключові слова: якість води, моніторинг, гранично допустима концентрація, синтетичні поверхнево-активні речовини, екологічний стан

Протягом останніх років значно збільшилося виробництво і використання синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Наявність СПАР у природних водах характеризує міру техногенного навантаження. Найбільш значущими із СПАР є аніонактивні продукти (АСПАР).

Основною причиною забруднення морських вод детергентами є скидання у водоймища неочищених або недостатньо очищених побутових і промислових стічних вод різними об'єктами господарської діяльності в концентраціях, що перевищують гранично допустимі (ГДК) [2]. Оскільки СПАР шкідливо впливають на якість природних вод, їх вміст лімітується відповідними санітарними нормами. ГДК забруднювача для морських вод складає 0,1 мг/дм³. Показником стану забруднення атмосфери є дані про хімічний склад проб атмосферних опадів, які характеризують забруднення шару атмосфери, де утворюються хмари, відбувається газовий обмін, і з якого випадають опади та сухі речовини за їх відсутності.

Дослідження [3] свідчить про негативний вплив СПАР на організми. СПАР підсилюють токсичність інших забруднювачів [5].

Метою цієї роботи є узагальнення й аналіз отриманих результатів спостережень для морської води і атмосферних опадів.

Матеріал і методи досліджень

Традиційно хімічний і біологічний моніторинг забруднюючих речовин охоплював лише морське середовище. Моніторинг атмосферних опадів, як правило, не проводився. У 2009 р. виконані моніторингові дослідження за рівнем забруднення детергентами дощових вод, що випадали на територію м. Севастополя.

Визначення вмісту АСПАР у природних водах проводили за допомогою екстракційно-фотометричного методу в акредитованій хімічній лабораторії МО УКРНІГМІ з застосуванням атестованої методики і аналітичного устаткування. Проби атмосферних опадів відбирали як одиничні проби окремих дощів. Пробовідбірник було встановлено на метеорологічній станції МІЛІГРАМА "Севастополь", що розташована в межах міста. Установку для відбору проб опадів розташовували на столі розміром 80х80 см на висоті 150 см від поверхні землі на відкритому рівному майданчику.

Моніторингові дослідження за рівнем забруднення морської акваторії Севастопольської бухти АСПАРАмі представлені даними за 1991–2003 рр. Моніторинг виконувався за програмою Державної служби за контролем забруднення морського середовища (ОГСНК), що функціонує з 1975 р. Всього було відібрано і проаналізовано 45 проб атмосферних опадів і 76 проб морської води.

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з отриманими даними (табл. 1) рівень середньорічних концентрацій варіював у Севастопольській бухті від 36 мкг/дм³ (2003) до 161 мкг/дм³ (1995) у поверхневому шарі води, і від 40 мкг/дм³ (1991) до 186 мкг/дм³ (1995) біля дна. Найвищі середньорічні концентрації детергентів, як правило, спостерігалися в поверхневому шарі води. Проте в 1995 р. були випадки максимального рівня забруднення водного середовища детергентами. Середньорічна концентрація АСПАР у поверхневому і придонному горизонтах перевищила ГДК в 1,6 і 1,9 разів відповідно. У 1995 р. біля

дна концентрація детергентів була вищою, ніж на поверхні і змінювалася в інтервалі 142–293 мкг/дм³ при середньому значенні 186 мкг/дм³. У 2003 р. намітилася тенденція до зниження концентрацій забруднювача. Середньорічна концентрація АСПАР для поверхневого шару води в цей період була найменшою і склала 36 мкг/дм³. У 1991–2000 рр. абсолютний максимум детергентів у водах Севастопольської бухти перевищував ГДК (100 мкг/дм³) для морських вод рибогосподарських водоймищ як в поверхневому, так і в придонному шарах води.

Таблиця 1

Середні річні, максимальні і мінімальні концентрації детергентів (мкг/дм³) у водах Севастопольської бухти

Рік	Горизонт	Характеристика концентрацій (мкг/дм ³)	
		середня	інтервал
1991	0	63	0–170
	дно	40	0–115
1995	0	161	122–229
	дно	186	142–293
2000	0	99	70–160
	дно	79	0–140
2003	0	36	26–47

У 2009 р.в атмосферних опадах аніонних СПАР було 10,00–360,58 мкг/дм³. Річна динаміка вмісту АСПАР показала, що вони також змінюються в часі. Згідно з отриманими даними (табл. 2), їх максимальна середньомісячна концентрація спостерігалася в травні, мінімальна – в січні. Абсолютне максимальне значення концентрації детергентів було 360,58 мкг/дм³. У сезонній мінливості спостерігалася наступна закономірність: середні значення АСПАР зростали в холодний період року і зменшувалися в теплий. На характер сезонного ходу, очевидно, впливала швидкість біохімічного окислення детергентів, яка зростає при збільшенні температури середовища.

Таблиця 2

Середні місячні, максимальні і мінімальні концентрації детергентів (мкг/дм³) в атмосферних опадах, що випали в 2009 р. у районі м. Севастополя

Період відбору проб	Характеристика концентрацій (мкг/дм ³)	
	середня	інтервал
січень	24,75	10,00–39,50
лютий	26,79	16,58–36,85
березень	42,35	10,00–103,20
травень	147,39	23,69–360,58
липень	57,90	–
жовтень	48,69	19,74–94,76
листопад	35,65	10,00–78,96
грудень	47,99	10,00–157,92

Висновки

Досліджувані проби морської води і атмосферних опадів містили детергенти на рівні, що перевищує межу виявлення аніонних СПАР, вказаних у методиці [1], а в деяких випадках величина забруднювача була вищою від ГДК. Не зважаючи на короткочасність спостережень за хімічним складом атмосферних опадів, виявлена значуща роль атмосферних опадів як одного з джерел, що приносить АСПАР на земну і водну поверхні в районі м. Севастополя [4].

Отримані результати можна застосовувати при розрахунках прогнозу рівня забруднення і при проведенні екологічних експертиз. У балансових оцінках необхідно враховувати поряд з річковою складовою і атмосферну. Актуальність проведення подібних досліджень очевидна, оскільки детергенти при певних ситуаціях і при широкому побутовому вживанні можуть стати небезпечнішими забруднювачами природного середовища, ніж вважалося раніше [3].

1. Методические указания по экстракционно-фотометрическому определению суммарного содержания анионных синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в природных водах. – РД 52.24.17.–86. – 1990. – С. 1–11.
2. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для вод рыбохозяйственных водоемов. – М.: Главрыбвод, 1990. – 46 с.

3. *Остроумов С.А.* Влияние синтетических поверхностно – активных веществ на гидробиологические механизмы самоочищения водной среды / С.А. Остроумов // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 5, – С. 546–555.
4. *Рябинин А.И.* Химический состав атмосферных осадков в районе Севастополя в 1993 году/ А.И. Рябинин, В.И. Губанов, Л.В. Салтыкова и др. // Комплексные экологические исследования Черного моря. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1995. – С. 96–103.
5. *Черняев А.М.* Загрязнение природных вод синтетическими поверхностно-активными веществами и проблемы охраны от них водных источников /Черняев А.М., Шаманаев Ш.Ш.// Водные ресурсы. – 1976. – Т. 4. – С. 135–142.

О.В. Катунина, И.В. Митюкова

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Морское отделение, Севастополь

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСПАР В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ Г. СЕВАСТОПОЛЬ

Представлены результаты натурных мониторинговых исследований уровня загрязнения детергентами морских вод и атмосферных осадков в районе г. Севастополя. Проведено сравнение загрязнения морских вод действующими ПДК воды рыбохозяйственных водоёмов. Рассмотрены внутригодовая, межгодовая и сезонная тенденции загрязнения вод АСПАВ.

Ключевые слова: качество воды, мониторинг, предельно допустимая концентрация, синтетические поверхностно-активные вещества, экологическое состояние

O.V. Katunina, I.V. Mityukova

Ukrainian research Hydrometeorological Institute, Marine separation, Sevastopol

RESEARCH OF MAINTENANCE ASPAR IS IN OFF-SHORE WATERS OF SEVASTOPOL BAY AND ATMOSPHERIC SINKING OF SEVASTOPOL

The results of detergents' pollution level' monitoring researches on location of marine water and atmospheric precipitations in Sevastopol region are given. The comparison of polluted marine water by acting MPC of water of fish industry is given. The within-year, between-year and seasonal trends of water's pollution by ASSAS are considered.

Key words: quality water, monitoring, maximum possible concentration, synthetic detergents', ecological state

УДК574.5(282.247.31)

**Н.В. КОВАЛЬОВА, В.І. МЕДІНЕЦЬ, О.П. КОНАРЕВА, С.М. СНИГІРЬОВ,
С.В. МЕДІНЕЦЬ, І.Є. СОЛТИС**

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова
пров. Маяковського 7, Одеса, 65082

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ДОСЛІДНИЦЬКИЙ МОНІТОРИНГ БАСЕЙНУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА

Наведено результати гідроекологічного дослідницького моніторингу басейну Нижнього Дністра у період 2003–2009 рр. Дана характеристика стану екосистем за гідрохімічними та біологічними показниками, серед яких визначалися вміст хлорофілу *a*, фітопланктону, бактеріопланктону, макробезхребетних, водної флори та іхтіофауни.

Ключові слова: басейн Нижнього Дністра, гідроекологічний моніторинг

Дослідження екосистем басейну Нижнього Дністра в останні роки проводяться Одеським національним університетом (ОНУ) ім. І.І. Мечникова в рамках бюджетної наукової тематики і за участю в міжнародних проектах, починаючи з 2003 р. [1–7]. Розроблена програма дослідницького екологічного моніторингу [4, 5] виконувалась в басейні Нижнього Дністра (район від кордону з Молдовою до Чорного моря, включаючи Кучурганське водосховище і Дністровський лиман). Основною метою програми було визначення екологічного статусу водних об'єктів з урахуванням існуючих джерел забруднення і антропогенних навантажень, ерозійності берегів Дністровського лиману, впливу золівдвалів Дністровської ГРЕС на навколишнє природне середовище, стану

флори і фауни в районі Нижньодністровського національного парку та інше. В останні роки (2008-2009) проводилось виконання гідроекологічної частини програми, в рамках якої щорічно продовжуються регулярні спостереження за гідрологічними, гідрохімічними, гідробіологічними характеристиками річок Дністер і Турунчук, озер дельти Дністра, а також Кучурганського та Дністровського лиманів.

Матеріал і методи досліджень

Всього в 2003–2009 рр. було проведено 30 експедицій, з яких: дев'ять комплексних гідроекологічних експедицій на річках Дністер і Турунчук, на Кучурганському і Дністровському лиманах і озерах дельти; п'ять геоботанічних експедицій, три експедиції по вивченню фауни, гідроморфологічна експедиція, дві експедиції з вивчення якості ґрунтів; дві експедиції по вивченню екологічної ситуації у зоні золівдвалів Дністровської ГРЕС; шість експедицій з оцінки біологічних елементів якості водних об'єктів; одна іхтіологічна експедиція; експедиція по картографуванню зон ерозії і абразії берегів та прибережних зон у Дністровському лимані і на річці Дністер.

Найбільша увага приділялась освоєнню та впровадженню методів спостережень за біологічними елементами якості водного середовища, які для басейну Нижнього Дністра вперше вивчалися з застосуванням методик ЄС. Було проведено шість тренінгів, на яких експедиційний склад університету та інших організацій навчався новим методикам відбору проб і їх аналізу з п'яти біологічних елементів якості водного середовища: макробезхребетних, фітопланктону, фітобентосу, макрофітів та риб. В процесі виконання програми дослідницького моніторингу проведена робота з оснащення лабораторій новим обладнанням та міжлабораторні порівняння аналізу зразків [4]. Результати всіх експедицій зібрані в базу даних [4]. Щорічно на водних об'єктах дельти проводились гідролого-гідрохімічні та гідробіологічні спостереження на 36 станціях.

Результати досліджень і їх обговорення

Основні показники гідролого-гідрохімічного режиму нижньої частини річки Дністер, озер дельти, Кучурганського і Дністровського лиманів визначаються водністю Дністра. Найгірша якість водного середовища і донних відкладень спостерігалась у Кучурганському водосховищі, північній частині Дністровського лиману та в дельтових озерах. Зареєстровано тенденцію зниження водневого показника рН з 2003 р. до 2009 р. у всіх водних об'єктах дельти Дністра. Максимальні концентрації фосфатів знизились в 2 рази порівняно з результатами 80-х рр. минулого століття. На більшій частині Дністровського лиману вміст загального фосфору відповідав рівням, характерним для евтрофних вод. Були складені списки видів та проаналізовані кількісні характеристики фітопланктону, макробезхребетних, водної флори, іхтіофауни. Влітку в південній частині Кучурганського лиману реєструються заморні явища з фіксацією у донних відкладах сірководню і скороченням чисельності та біомаси макробезхребетних до значень 0–88 екз/м² і 0–42,2 г/м² відповідно. Біорізноманіття макробезхребетних залишається практично на постійному рівні і обумовлено такими видами як (*Bivalvia*) *Dreissena polymorpha*, (*Gastropoda*): (*Theodoxus fluviatilis*, *Planorbis grandis*, *Lumnaea auricularia*, *L. stagnalis*, *Physa taslei* та ін.); а також *Amphipoda*, *Odonata*, *Ephemeroptera* і *Heteroptera*. В міжріччі Турунчука і Дністра середні показники чисельності та біомаси змінювались від 484 екз/м² до 2464 екз/м² і від 3,39 г/м² до 29,13 г/м², від 1760 екз/м² до 3872 екз/м² та від 8,71 г/м² до 13,07 г/м² відповідно. В озерах дельти біомаса була значно вищою при чисельності близькій до значень, які характерні для руслових ділянок. Наприклад, в озері Білому при чисельності від 1760 екз/м² до 3080 екз/м² біомаса змінювалась від 22,18 г/м² до 34,41 г/м², в озері Тудорово – від 2992 екз/м² до 3432 екз/м² та від 23,00 г/м² до 26,09 г/м², а в озері Путріно – від 528 екз/м² до 1232 екз/м² та від 13,29 г/м² до 4398,64 г/м² відповідно. Восени зазвичай спостерігається різке зменшення чисельності і біомаси макробезхребетних в озерах та протоках дельти, що є наслідком зниження вмісту кисню та появи сірководню в донних відкладеннях. Просторовий розподіл макрзообентосу в Дністровському лимані мав закономірності, описані в роботі [3]. Вияток для 2006-2009 рр. складали райони Карагольської затоки і північно-західної частини лиману, в яких були зафіксовані максимуми значень біомаси 5060 г/м² і 4549 г/м² відповідно.

Дослідження одного з найважливіших індикаторів евтрофікації водних об'єктів – хлорофілу *a* – показали, що його концентрації (2,73-56,17 мкг/дм³) знаходились у межах трьох категорій трофності водойм від “мезотрофних” до “гіпертрофних” вод. Середні концентрації хлорофілу *a* в поверхневих і придонних водах Дністровського лиману складали 13,80±12,05 мкг/дм³ і 10,66±6,93 мкг/дм³ відповідно, і були характерні для категорії “евтрофних” природних вод. Найбільші діапазони сезонних змін у середніх концентраціях хлорофілу *a* відмічаються у Кучурганському

лимані (у 3 рази) і в річках Дністер та Турунчук (у 4,5 рази). Мінімальні зміни середніх концентрацій хлорофілу протягом року спостерігали у Дністровському лимані (у 1,3 рази).

У водних об'єктах дельти Дністра зареєстровано 42 види риб, які відносяться до 14 сімейств. Один вид (*Umbra krameri*) занесений до Червоної книги України. Основна частина іхтіофауни представлена рибами сім'ї коропових – 16 видів, бичкових – 8 видів і окуневих – 4 види. При цьому максимальна кількість видів (26) реєструвалась у Дністровському лимані. Необхідно відмітити, що загальний стан іхтіофауни в водоймищах басейну Нижнього Дністра оцінений як незадовільний, бо її основна частина складається з малоцінних риб: гірчака, краснопірки, плотви, густери, атерини, окуня, бичка-піщаника и бичка-кругляка.

Чисельність бактеріопланктону річок та інших водоймищ Нижнього Дністра відповідала класу евтрофних природних вод. Одночасно зафіксовано, що річні води характеризувались мінімальною кількістю бактерій та за ступенем забруднення відносились до категорії «слабо забрудненні» (2,75–4,40 млн.кл./мл), а в водах лиманів і озер дельти чисельність бактеріопланктону влітку зростала у 2,5–6,0 разів і досягала класів політрофних і гіпертрофних вод, які за ступенем забруднення відносяться до категорій “брудні” та “дуже брудні” води.

Ботанічні дослідження [2] показали, що загальна кількість сучасної флори у басейні Нижнього Дністра складає 461 вид, серед яких вищих рослин – 395 видів, лишайників – 42; грибів – 2; водоростей – 2 види. Було зареєстровано 21 вид рідкісних та зникаючих рослин, які мають різний природоохоронний статус (2 види занесені в Європейський Червоний список, 2 види – в списки Бернської конвенції, 8 видів – в Червону книгу України та 17 видів – в Червоний список Одеської області).

Висновки

Дослідження у 2003–2009 рр. показали, що для оцінки стану якості водного середовища басейну Нижнього Дністра найбільш ефективним методом є використання біологічних елементів якості, що рекомендовано Водною Рамковою директивою ЄС. Основною рекомендацією для проведення гідроecологічних досліджень і моніторингу є впровадження в Україні цієї методології, що дозволить проводити порівняння якості водного середовища українських і європейських водних об'єктів.

1. *Биланчин Я.М.* Ландшафтно- и почвенно-геохимические особенности территории бассейна нижнего Днестра / Я.М. Биланчин, П.И. Жанталай, Н.И. Тортик, В.И. Мединец [і ін.] // Мат. V междунар. научн.-практ. конф. «Эколого-экономические проблемы Днестра». 4-6 окт. 2006, Одесса. – Одеса : ІНВАЦ. – 2006 – С. 17–18.
2. *Бондаренко Е.Ю.* Охраняемые виды растений в бассейне нижнего Днестра / Е.Ю. Бондаренко, Е.Б. Паузер, Ю.С. Назарчук // Там же. – С. 19.
3. *Ковалева Н.В.* Исследование состояния экосистемы нижнего Днестра и Днестровского лимана в 2003–2005 гг. / Н.В. Ковалева, В.И. Мединец, Е.И. Газетов, С.М. Снигирев, С.В. Мединец // Там же. – С. 58–59.
4. *Мединец В.И.* Программа исследовательского мониторинга водных экосистем нижнего Днестра и Днестровского лимана / В.И. Мединец, Р. Торнбиик, С. Уоррен, В.И. Примак // Там же. – С. 70–71.
5. *Мединец В.И.* Програма, цілі та завдання проекту технічної допомоги з планування менеджменту басейну Нижнього Дністра / В.И. Мединец // Міжн. конф. «Розвиток транскордонного співробітництва з регіонами країн-членів ЄС». 18 травня 2007. – Одеса, 2007. – 25 с.
6. *Мединец В.И.* Использование ГИС для создания баз экологических данных на примере бассейна Нижнего Днестра / В.И. Мединец, Е.И. Газетов, А.Ю. Петровиченко // Тр. 9-ой междунар. научн.-практ. конф. «Современные информационные и электронные технологии». – Одеса. – 2008. – Т. 1. – С. 60.
7. *Снигирев С.М.* Результаты изучения икhtiофауны дельты Днестра и Днестровского лимана в летне-осенний период 2006 года / С.М. Снигирев, В.И. Мединец, В.Я. Рыбалко, В.В. Замооров [и др.] // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2007. – № 1(23). – С. 91–96.

Н.В. Ковальова, В.И. Мединец, О.П. Конарева, С.М. Снигирев, С.В. Мединец, И.Е. Солтыс
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОНИТОРИНГ БАСЕЙНА НИЖНЕГО ДНЕСТРА

Приведены результаты гидроecологического исследовательского мониторинга бассейна Нижнего Днестра в период 2003–2009 гг. Дана характеристика состояния экосистем по гидрохимическим и биологическим показателям, среди которых определялись содержание хлорофилла *a*, фито- и бактериопланктона, макробеспозвоночных, водной флоры и икhtiофауны.

Ключевые слова: бассейн Нижнего Днестра, гидроecологический мониторинг

N.V. Kovalova, V.I. Medinets, O.P. Konareva, C.M. Snigirov, S.V. Medinets, I.E. Soltys

HYDROECOLOGICAL RESEARCH MONITORING IN THE LOWER DNIESTER BASIN

Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

Results of hydroecological research monitoring of the Lower Dniester basin for the period 2003-2009 are presented. Characteristics of ecosystems' state are given using hydrochemical and biological parameters including chlorophyll "a", phyto- and bacterioplankton, macroinvertebrates, aquatic flora and ichthyofauna.

Key words: Lower Dniester basin, hydroecological monitoring

УДК 574 (262.5)

Н.П. КОВРИГИНА, О.А. ТРОЩЕНКО, В.И. ГУБАНОВ, А.А. СУББОТИН,
Н.В. ПОСПЕЛОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2 Севастополь 99011

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (2009 г.)

Представлено распределение гидролого-гидрохимических показателей и фитопланктона на прибрежной акватории Карадага в весенне-летний период 2009 г. Отмечено влияние азовоморских и хозяйственных вод, а также присутствие субмаринной разгрузки. По величинам индекса эвтрофикации E-TRIX дана оценка трофического уровня исследуемой акватории.

Ключевые слова: гидролого-гидрохимические параметры, величина E-TRIX, фитопланктон

С 2004 г. сотрудники отдела марикультуры и прикладной океанологии ИнБЮМ НАНУ проводили исследования вод природного Карадагского заповедника и прилегающих к нему акваторий. В основном изучали изменчивость и особенности пространственного распределения гидролого-гидрохимических характеристик и некоторые биологические показатели.

В данной работе представлены наиболее интересные обобщения по гидрологическому режиму и результаты исследований экологического состояния прибрежных вод Карадага в 2009 году.

Материал и методы исследований

Съемки выполняли ежегодно в весенний, летний и осенний сезоны. Схема отбора проб приведена на рис. 1. Анализ гидрохимических показателей выполняли по стандартным методикам [3]. Оценку трофности вод определяли по величинам индекса эвтрофикации (E-TRIX) [5]. Сбор материалов на фитопланктон проводили с поверхности и в придонном слое на станциях 3, 5 и 12 и обрабатывали по общепринятой методике [4].



Рис. 1. Схема станций отбора проб

Результаты исследований и их обсуждение

Рассматривая закономерности и особенности распределения и изменчивости термохалинных характеристик можно выделить ряд моментов. Весной (май) во все годы наблюдалось формирование сезонного термоклина (СТ). В этот период он был еще слабо выражен и вертикальные градиенты не превышали $0,2^{\circ}\text{C}/\text{м}$. Верхний квазиоднородный слой (ВКС) весной, как правило, отсутствовал. Среднегодовое значение температуры ($^{\circ}\text{C}$) на поверхности составляла $14\text{--}15^{\circ}\text{C}$. Исключение наблюдали в мае 2007 г, когда $^{\circ}\text{C}$ на поверхности была аномально высокой ($>20^{\circ}\text{C}$). Летом формируется ВКС мощностью около 10 м. Средняя температура в нем составляет около 23°C . Под ним находится хорошо выраженный СТ. Вертикальные градиенты температуры в ядре могут составлять от $0,6^{\circ}\text{C}/\text{м}$ до нескольких градусов на метр. Осенью с охлаждением поверхности моря начинаются процессы выхолаживания и конвективного перемешивания. Поэтому от поверхности до дна все характеристики выравниваются. Так, разность $^{\circ}\text{C}$ от поверхности до глубины 25 м может составлять всего $0,1^{\circ}\text{C}$, а солёности (‰) – в пределах ошибки измерения.

Вертикальное распределение ‰ во все сезоны, в целом, повторяет распределение $^{\circ}\text{C}$ только с обратным знаком. При этом градиенты ‰, особенно летом, значительно меньше.

Рассматривая пространственную и межгодовую изменчивость по району исследований можно отметить, что в среднем пространственные отличия $^{\circ}\text{C}$ и ‰ больше весной ($\sim 1^{\circ}\text{C}$ и до $0,8\text{‰}$). Их межгодовые изменения также ярче выражены весной. Межгодовая разность температур во все сезоны сравнима; исключение составлял аномально тёплый 2007 г. Межгодовая изменчивость солёности для всех сезонов также приблизительно одинакова и не превышала 1‰ .

Интересным фактом является практически ежегодное обнаружение в мае субмаринной разгрузки пресных вод в районе м. Мальчин (ст. 1), когда солёность у дна ниже, чем в вышерасположенных слоях. Как показано ранее [2], эти зоны выделялись и по гидрохимическим показателям.

Термохалинная структура в 2009 г. отличалась небольшой пространственной изменчивостью $^{\circ}\text{C}$: весной – ($\sim 0,2^{\circ}\text{C}$), летом – ($>1^{\circ}\text{C}$). Также в этом году впервые была обнаружена субмаринная разгрузка пресных вод в районе Сердоликовой бухты (ст. 4).

Особенности пространственного распределения гидрохимических параметров, в основном, заключались в интенсивности притока азовоморских и хозяйственно-бытовых вод, а также пресных субмаринных вод. Влияние азовоморских вод отмечено во все сезоны. Весной оно прослеживалось по снижению концентраций фосфатов на поверхности с востока на запад. Средние величины в бухте Коктебель составляли $9\text{ мкг}/\text{дм}^3$, на акватории Карадага – $6\text{ мкг}/\text{дм}^3$. В летний период влияние азовоморских вод отмечалось в бухте Коктебель и у м. Мальчин по низким величинам процентного отношения ($<30\%$) минеральной формы фосфора к общей ($P_{\text{мин}}:P_{\text{общ}}$). На остальной акватории эти величины были $>30\%$, что характерно для черноморских вод.

Осенью средние величины силикатов в Коктебельской бухте составляли $14\text{ мкг}/\text{дм}^3$, на Карадаге они были ниже – $10\text{ мкг}/\text{дм}^3$. Величины процентного отношения минеральной формы фосфора к общей ($P_{\text{мин}}:P_{\text{общ}}$) были значительно $<30\%$ на всей исследуемой акватории.

Локальное влияние хозяйственных стоков на поверхности зафиксировано на прибрежных станциях во все сезоны: весной – по снижению ‰ ($16,96\text{‰}$ на ст. 7 и ст. 13), повышению концентраций фосфатов ($23\text{ мкг}/\text{дм}^3$ на ст. 7 и $26\text{ мкг}/\text{дм}^3$ на ст. 13), и аммония ($25\text{ мкг}/\text{дм}^3$ на ст. 4). Летом незначительное локальное влияние хозяйственного стока также отмечено на прибрежных станциях 1 и 7 по повышенному содержанию $P_{\text{орг}}$ ($36\text{ мкг}/\text{дм}^3$ и $30\text{ мкг}/\text{дм}^3$ соответственно). Осенью влияние хозяйственных стоков проявлялось по снижению содержания кислорода ($98,4\%$ – ст. 13; $97,6\%$ – ст. 4 и $99,6\%$ – ст. 7) и величин ‰ ($17,47\text{‰}$, ст. 7 и $17,49\text{‰}$, ст. 13).

Величины БПК₅ имели пределы колебаний $0,94\text{--}1,93\text{ мкг}/\text{дм}^3$ весной, $0,82\text{--}1,60\text{ мкг}/\text{дм}^3$ летом и $0,03\text{--}0,99\text{ мкг}/\text{дм}^3$ осенью. При этом они не превышали предельно допустимую концентрацию ($2,0\text{ мкг}/\text{дм}^3$). В районах влияния хозяйственных стоков отмечены повышенные значения БПК₅ ($1,70\text{ мкг}/\text{дм}^3$ – на прибрежной станции в Коктебельской бухте и $1,32\text{ мкг}/\text{дм}^3$ – в районе влияния очистных сооружений).

Присутствие источников пресных вод субмаринного происхождения отмечено в весенний период на разрезе от м. Мальчин по высоким концентрациям кремния. В придонном слое концентрация кремния составляла на ст. 2 – $82\text{ мкг}/\text{дм}^3$, на ст. 3 – $92\text{ мкг}/\text{дм}^3$ и на ст. 11 – $102,3\text{ мкг}/\text{дм}^3$. Повышение концентраций кремния в придонном слое сопровождалось снижением насыщения кислородом (на ст. 2 – до $95,2\%$, на ст. 3 – до $95,6\%$ и на ст. 11 – до $96,2\%$). Кроме того, наблюдалось снижение величин солёности на поверхности указанных станций: до $16,55\text{‰}$ на ст. 2, до $16,60\text{‰}$ на ст. 3 и до $16,73\text{‰}$ на ст. 11.

Концентрації кремнію в серпні були в 3 рази нижче по порівнянню з травневими величинами. В районі Сердюковської бухти (ст.4) на горизонтах 5 м і 13 м субмаринна розвантаження підтверджена підвищеними концентраціями фосфатів (11 мкг/дм³ і 12 мкг/дм³) і зниженими величинами кисню (97,7% і 98,2% відповідно).

В прибережних водах акваторії Карадага в травні 2009 г. виявлено 78 видів мікробіодорослей, відносяться до п'яти відділів. З них найбільшого видового різноманітності досягали діатомові (31 вид) і дінофітові (31 вид) водорості. Дінофітові водорості на всіх станціях відзначені в мінімальних кількостях (від 3% до 15% від загальної чисельності фітопланктону) при високій видовій різноманітності.

В поверхневому шарі максимальні значення біомаси (480 мг/м³) і чисельності (380 млн.кл./м³) фітопланктону виявлені на ст. 5, де діатомові водорості становили >80% від загальної чисельності і близько 50% від загальної біомаси. На ст. 3 відзначено максимальне розвитку синьо-зелених водорослей (43% від загальної чисельності), що, ймовірно, викликано зниженням солоності (16,6‰). Найбільша чисельність дінофітових водорослей відзначена на ст. 5 (15% від загальної чисельності), при цьому домінувала *Prorocentrum cordatum* (до 37 млн.кл./м³).

В придонному шарі на ст.12 відзначена максимальна чисельність (460 млн.кл./м³) і біомаса (570 мг/м³) фітопланктону, де 73% становили діатомові водорості. На ст. 12 і 3 внаслідок зниження температури в придонному шарі відносно поверхні відбулося розвитку холодолілюбивих мелкоклітинних діатомових *Skeletonema costatum*.

Оцінка рівня трофічності акваторії Карадагського природного заповідника зроблена по величинам індексу евтрофікації (E – TRIx) [5]. Перевагою цього інтегрального методу перед іншими є те, що для розрахунків використовуються одні і ті ж характеристики гідрологічного, гідрохімічного і гідробіологічного режиму. Величину індексу евтрофікації E–TRIX розраховували за формулою: $E-TRIX = \lg ([Chl] \times [D\%O_2] \times [PT] \times [DIN] \times 1.5) / 1.2$, де: Chl – хлорофіл а, мкг/дм³; D%O₂ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100% насичення; PT – загальний фосфор, мкг/дм³; DIN – розчинена форма суми мінерального азоту, мкг/дм³.

Для розрахунку використовували середні величини гідрохімічних показників, отримані в літній період 2009 г. і значення хлорофілу а [1]. Величина індексу евтрофікації, отримана нами для акваторії Карадагського природного заповідника, дорівнює 2,0, що дозволяє віднести ці води до низького трофічного рівня (E–TRIX < 4.0).

Висновки

В цілому по змінливості гідрологічно-гідрохімічних і біологічних характеристик, а також трофічному рівню акваторія Карадагського природного заповідника продовжує залишатися достатньо чистою і відповідає своєму статусу.

1. Берсенева Г.П. Біомаса фітопланктону і хлорофілу а в прибережних і відкритих районах Чорного моря в літній період / Берсенева Г.П., Сенічева М.І. // Дослідження шельфової зони Азово-Чорноморського басейну : зб. наук. тр. НАНУ, МГІ.–Севастополь, 1995. – С. 110–115.
2. Ковригіна Н.П. Особливості просторового розподілу гідрологічно-гідрохімічних показників прибережної акваторії Карадага в сучасний період (2005-2006 гг.) / Н.П. Ковригіна, О.А. Троценко, С.В. Щуров // Карадаг, 2009 : зб. наук. тр., присвяч. 95 –літтю Карадаг. наук. станції і 30-літтю КаПРЗ НАНУ. – Севастополь, 2009. – С. 446–461.
3. Методи гідрохімічних досліджень основних біогенних елементів. М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
4. Сенічева М.І. Сезонна динаміка фітопланктону в районі Карадага / М.І. Сенічева // Карадаг, 2004 : зб. наук. тр. присвяч. 90-літтю Карадаг. наук. станції і 25-літтю КаПРЗ. – Симферополь. – 2004. – С. 58–65.
5. Vollenweider R.A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea / R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. – 1998. – N 9. – P. 329–357.

Н.П. Ковригіна, О.А. Троценко, В.І. Губанов, А.А. Субботіна, Н.В. Поспелова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АКВАТОРІЇ КАРАДАГСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА (2009 р.)

Представлено дані про гідрологічно-гідрохімічні показники та фітопланктон на прибережній акваторії Карадагу у весняно-літній період 2009 р. Відзначено вплив азовоморських та господарсько-побутових вод, а також присутність субмаринного навантаження. За величинами індексу евтрофікації E-TRIX дана оцінка трофічного рівня досліджуваної акваторії.

Ключові слова: гідрологічно-гідрохімічні параметри, величина E-TRIX, фітопланктон

N.P. Kovrigina, O.A. Troshchenko, V.I. Gubanov, A.A. Subbotina, N.V. Pospelova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

RESULTS OF RESEARCHES OF THE ECOLOGICAL STATE OF AQUATORIUM OF KARADAGSKOGO OF NATURAL PRESERVE (2009)

A distributing of hydrological and hydrochemical indexes and phytoplankton on the Karadag off-shore water in a spring-summer period 2009 is presented. Influence Azov sea and service-utility waters and also presence of the submarine unloading is marked. The estimation of trophic level of the researching waters is given by the sizes of eutrophication index E-TRIX.

Key words: hidrological and hydrochemical parameters, size of E-TRIX, phytoplankton

УДК 528.28.288 (262.5)

Н.И. КОПЫТИНА, И.В. ТАРАСЮК

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

**МИКОБИОТА ПЕСЧАННОЙ СУПРАЛИТОРАЛИ ПЛЯЖЕЙ
ОДЕССКОГО ЗАЛИВА**

В песке и поровой воде пляжей идентифицировано 25 видов мицелиальных грибов, 4 из которых – облигатно морские. У уреза воды обнаружен 21 вид микромицетов (в песке – 7, в воде – 15), в шурфах – 17 (в песке – 14, в поровой воде – 15). На всех станциях в песке выявлено меньше видов грибов, чем в морской и поровой воде.

Ключевые слова: морские грибы, супралиitoralь, поровые воды

Единственное место на планете, где соприкасаются и взаимодействуют все три биоцикла биосферы – море, суша и пресные воды – расположено на берегах морей и океанов. Также, только у линии уреза воды, сходятся области нейстали, бентали и пелагиали [2].

Ранее нами изучалась микобиота песка пляжей г. Одессы в районе уреза воды, где были выявлены 19 видов грибов [3]. В данной работе исследованы микокомплексы песка, а также поровой и морской воды в районе заплеска и в шурфах, расположенных на различном отдалении от линии уреза воды.

Цель работы – изучить таксономическое разнообразие микобиоты, выявить пространственно-временные микокомплексы песка, морской и поровой воды в районе заплеска и супралиitoralи пляжей.

Материал и методы исследований

Исследования проведены в ноябре 2007 г., январе, марте и мае 2008 г. Отобрано 62 пробы песка и поровой воды (по 31 пробе) у линии уреза воды и супралиitoralи пляжей г. Одессы. «Лузановка» – естественный пляж с открытым сообщением с морем, песок крунозернистый с примесью битой ракушки. «Ланжерон» – намытый искусственный пляж (последний раз реставрировался в сентябре 2007 г.) имеет акваторию с ограниченным водообменом (наличие берегозащитных сооружений), песок мелкозернистый.

Пробы отбирали в зоне заплеска и на расстоянии от 1,5 м до 16,3 м от уреза моря, шурфы копали до появления в них воды (глубина 0,2–0,96 м), в период исследования температура поровой воды изменялась в пределах 0,2–17,6 °C, соленость воды – 2,6–15,4 ‰.

Грибы выделяли методом накопления на целлюлозосодержащих субстратах–приманках (стерильные опилки дуба, фильтровальная бумага). Экспозицию проб вели 2 – 6 месяцев при температуре 18–20°C [1].

В работе все систематические названия таксонов грибов унифицированы по электронной базе данных Index Fungorum [6]. Данные обработаны с использованием пакета программ многомерного статистического анализа PRIMER v. 5.28 с учетом рекомендаций, изложенных в руководстве, и статей с примерами его практического применения [4; 5].

Результаты исследований и их обсуждение

Идентифицировано 25 видов мицелиальных грибов из 19 родов, 11 семейств, 11 порядков, 6 классов отдела Ascomycota. В видовом составе наиболее широко представлены роды *Alternaria* (3), *Aspergillus* (3) и *Penicillium* (3). В воде обнаружено 22 вида грибов (в морской – 15 видов, в поровой воде – 15, общие – 10), в песке – 20 (у линии уреза воды – 10, в шурфах – 14, общие – 6), общими для воды и песка были 16 видов. Однако, 15 видов грибов встречались единично (встречаемость 3,1–6,2% от всех проб), а 6 видов – спорадически (встречаемость 12,5–18,7 %), в пробах доминировал облигатно морской микромицет – *Corollospora maritima* Werdermann (частота встречаемости – 84,4%) и субдоминантные виды *Phoma* sp. (33,3 %), *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk, E.B.G. Jones (28,1%). Сходство видового состава грибов воды и песка составило 78,1%. Выявили 4 облигатно морских вида: *A. trifurcatus*, *C. maritima*, *Cumulo spora varia* Chatmata, Somrithipol, *Zalerion varium* Anastasiou.

Сравнительная оценка видового разнообразия грибов пляжей «Лузановка» и «Ланжерон» была проведена на основе матрицы присутствия/отсутствия видов по точкам отбора проб и агрегированной матрицы, отражающей таксономическое положение видов по возрастающим иерархическим уровням: вид, род, семейство, порядок, класс, отдел. Рассчитаны: индекс среднего таксономического отклонения – Δ^+ (Δ^+) – средняя условная «длина пути» между каждой парой видов до филогенетически общего узла на иерархическом древе таксонов, а также индекс вариативности таксономического отклонения $\text{VarTD} (\Delta^+)$, который отражает представленность низших таксонов в таксонах высших рангов.

На графике значений индекса Δ^+ точки Ла1, Ла2 и Лу1 (рис. 1) характеризуют таксономическую структуру микокомплексов как наиболее близкую к рассчитанной для всего списка грибов. Точки Лу2, Ла0, Ла3, лежат на графике ниже среднего ожидаемой величины Δ^+ , что свидетельствует об упрощении структуры микокомплексов в пределах естественных колебаний значения индекса (группировка видов на уровне семейства), что часто отмечается при влиянии на биоту резко изменяющихся факторов среды. Расположение точек Лу0 и Лу3 указывает на небольшое усложнение таксономической структуры микокомплексов.

На графике значений индекса Δ^+ точка Ла1 (рис. 2) расположена в зоне среднего ожидаемого значения. Это означает, что агрегированность видов в таксоны более высокого ранга соответствует закономерности общего списка видов. Точки, расположенные на графике выше пунктирной линии, указывают на снижение иерархического уровня таксономического разнообразия и минимальной выравненности структуры древа. Все значения индексов таксономического отклонения входят в доверительный интервал, что означает отсутствие достоверных различий в структуре микокомплексов, исследованного района.

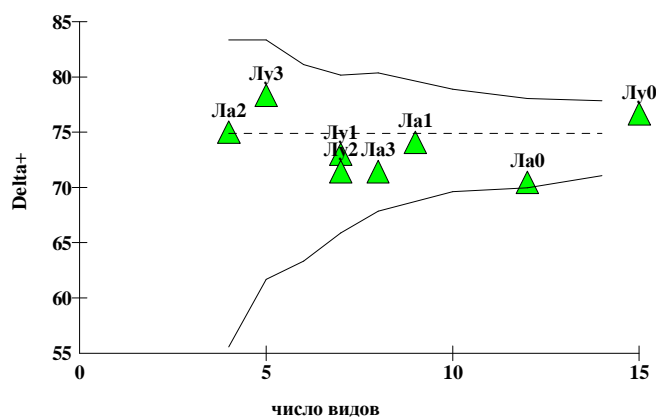


Рис. 1. Значения индекса среднего таксономического отклонения Δ^+ по отношению к границам 95% доверительной воронки к среднего ожидаемой величине (пунктир), рассчитанных для микобиоты пляжей г. Одессы «Лузановка» и «Ланжерон» (Ла0, Лу0 – урез воды, Ла1, Ла2, Ла3, Лу1, Лу2, Лу3 – шурфы)

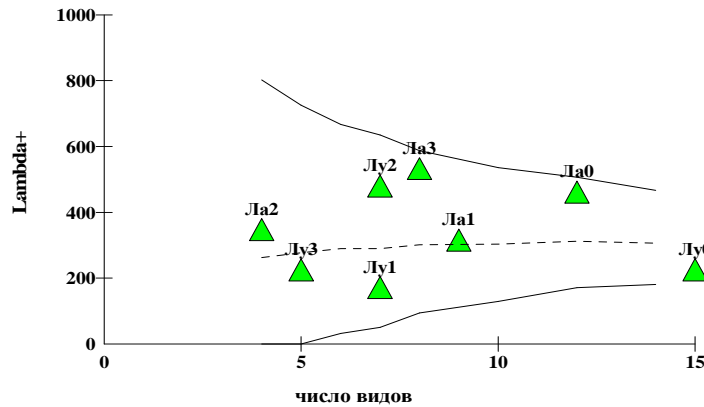


Рис. 2. Значения индекса вариабельности таксономического отличия VarTD (Λ^+) по отношению к границам 95 % доверительной воронки к среднеожидаемой величине (пунктир), рассчитанных для микобиоты пляжей г. Одессы («Лузановка» и «Ланжерон»)

На пляже «Лузановка» обнаружено 18 видов, на пляже «Ланжерон» – 17, общие – 10 видов, сходство видового состава грибов пляжей составило 60,1%. Наибольшее сходство видового состава грибов за весь период выявлено на станциях Ла1 и Лу2 – 74,4 %, а также на станциях Ла2 и Лу2 – 72,3 % (рис. 3).

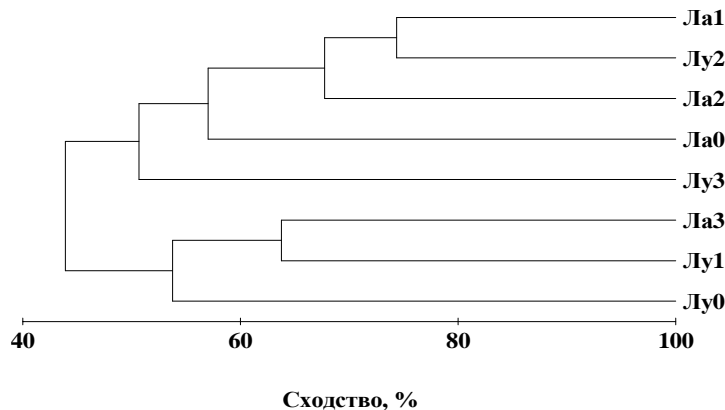


Рис 3. Дендрограмма сходства микокомплексов пляжей «Ланжерон» и «Лузановка» (по коэффициенту Брей-Куртиса)

Всего у линии уреза воды обнаружен 21 вид грибов (в песке – 7, в поровой воде – 15), в 1-х шурфах – 12 (в песке – 4, в поровой воде – 11), во 2-х шурфах – 6 (в песке – 2, в поровой воде – 4), в 3-х шурфах – 12 (в песке – 4, в поровой воде – 11), на всех станциях в песке обнаружено меньше видов грибов, чем в поровой воде. На всех станциях, как в песке, так и в воде найдены облигатно морские грибы *C. maritima* и *A. trifurcatus*. Максимальное сходство видового состава грибов выявлено между шурфами 2 и 3 – 63,7 %, минимальное между урезом воды и шурфами 2 – 51,4 %.

Наибольшее число видов грибов обнаружено в мае (17), наименьшее в январе (7 видов).

Выводы

В изучаемый период не выявлено достоверных различий видовой структуры микокомплексов по таким факторам как разные пляжи, удаленность шурфов от моря, месяц исследования (ANOSIM-анализ), так как основу таксономического состава микокомплесов составляли всего 4 вида.

1. Багрій-Шахматова Л.М. Нові для флори Чорного моря види морських грибів / Л. М. Багрій-Шахматова // Укр. ботан. журн. – 1983. – Т. 60, № 4 – С. 21–24.
2. Зайцев Ю.П. Сообщество микроорганизмов поровых вод песчаных пляжей Черного моря. Факты и гипотезы / Ю.П. Зайцев // Мікробіологія і біотехнологія. – 2008. – № 2. – С. 8–19.

3. Копытина Н.И. Высшие морские грибы пелагических и донных биотопов северо-западного региона Чёрного моря / Н.И. Копытина : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2009. – 23 с.
4. Неврова Е.Л. Глава 4. Таксономическое разнообразие диатомовых бентоса Черного моря / Неврова Е.Л., Петров А.Н. // Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / под ред. Ю.Н. Токарева, З.З. Финенко, Н.В. Шадрин – Севастополь, 2008. – С. 60–84.
5. Warwick R.M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. / Warwick R.M., Clarke K.R. / Natural Environment Research Council, UK. – 1994. – 144 p.
6. Index Fungorum. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

Н.І. Копитіна, І.В. Тарасюк

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

МІКОБІОТА ПІСЧАНОЇ СУПРАЛІТОРАЛІ ПЛЯЖІВ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

У піску та поровій воді пляжів ідентифіковано 25 видів міцеліальних грибів, 4 з яких – obligatно морські. Біля урізу води виявлено 21 вид мікроміцетів (у піску – 7, у воді – 15), в шурфах – 17 (у піску – 14, в поровій воді – 15). На всіх станціях у піску ідентифіковано менше видів грибів, ніж у морській та поровій водах.

Ключові слова: морські гриби, супралітораль, порові води

N.I. Kopytina, I.V. Tarasyuk

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

MIKOBOTA SAND SUPRALITORAL BEACHS OF ODESA GULF

Twenty five species of filamentous fungi in the sand and interstitial water were identified; 4 of them are obligate marine. Twenty one species are detected in the flash zone (7 in the sand, 15 in the water), 17 species are revealed in the bore pits (14 in the sand, 15 in the interstitial water). Number of the isolated fungi in the all sampling stations is lower in the sand, than in the marine and pore water.

Key words: marine mushrooms, supralitoral, interstitial waters

УДК (639.45:591.5) 262.5

А.Р. КОСЬЯН

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Ленинский пр-т, 33, Москва 119071, Россия

ЕКОЛОГІЧЕСЬКЕ СОСТАННІЕ ПОПУЛЯЦІЙ *RAPANA VENOSA* В СЕВЕРНОЇ ЧАСТІ ЧЕРНОГО МОРЕА

Представлена популяційна структура рапани з декількох регіонів північної частини Чорного моря. Произведено сравнительный анализ популяций и морфологических особенностей их представителей в зависимости от пищевых условий в каждом регионе.

Ключевые слова: рапана, вселенцы, Чёрное море, экология

Процеси змінення донної фауни Чорного моря в останнє время протікають дуже інтенсивно. Ведущую роль здесь играют эвтрофирование и случайная интродукция видов из других морских бассейнов с балластными водами судов или на корпусах кораблей [2]. Занесенный в середине прошлого века [1] с Дальнего Востока хищный брюхоногий моллюск *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Neogastropoda: Muricidae) оказался устойчивым к широкому диапазону изменений солености, температуры и концентрации кислорода [8; 13], а также очень пластичен в отношении потребляемой добычи [12]. Эти особенности позволили ему успешно акклиматизироваться в Черном море, а затем в северной Адриатике [4], на атлантическом побережье Северной Америки (Чезапикский залив) [5], в южной части Атлантического океана [9] и, наконец, в Северном море [7]. Довольно скоро новый вселенец начал вытеснять аборигенную черноморскую фауну, становясь доминантным видом донных сообществ, и нанес серьезный урон устричным и мидиевым биоценозам. В последнее время из-за подрыва собственной кормовой базы, произошедшего по не вполне ясным причинам, численность рапаны существенно сократилась, и имеются данные о том, что она пребывает в угнетенном состоянии.

Из-за огромной роли видов-вселенцев в функционировании таких изолированных морских экосистем, как Черное море, прогноз дальнейшего развития их популяций в новых условиях является одной из фундаментальных экологических задач. Тем не менее, работ, посвященных экологии рапаны Черном море, крайне мало. В 2009 г. на базе ЮО ИО им. П. П. Ширшова РАН проводились работы по оценке экологического состояния популяций рапаны. В настоящей работе представлены результаты морфометрического анализа.

Материал и методы исследований

Отбор проб производился в мае–сентябре 2009 г. Ловы осуществляли в восьми точках северного и северо-восточного побережья Черного моря (табл. 1, рис. 1). В общей сложности проанализировано 610 экземпляров.

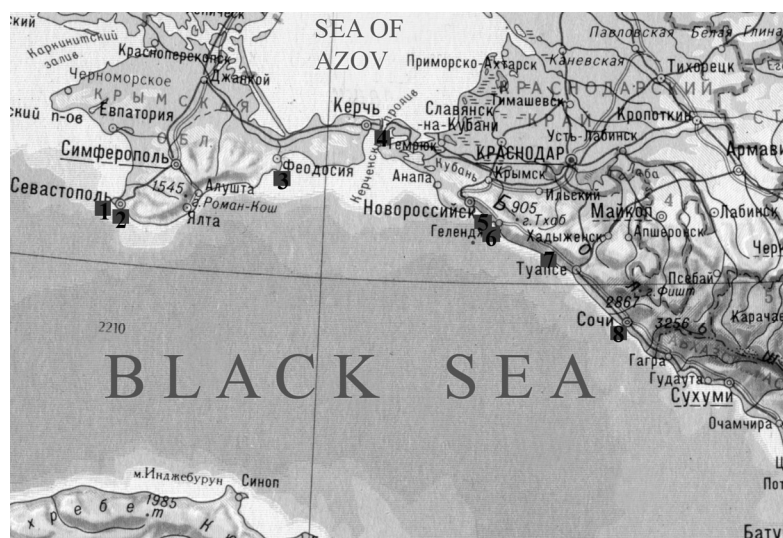


Рис. 1. Места сбора рапаны для исследования: 1 - Севастопольская бухта, 2 - Балаклавская бухта, 3 - Карадаг, 4 - коса Тузла, 5 - пос. Кабардинка, 6 - Голубая бухта, 7 - Всероссийский детский центр «Орленок», 8 - Сочи

Пойманные экземпляры очищали от эпибионтов и фиксировали 4% формалином или 70% этанолом. У животных штангенциркулем измеряли высоту раковины, высоту и диаметр последнего оборота, высоту и диаметр устья с точностью до 0,1 мм, взвешивали. Мягкое тело вынимали из раковины и также взвешивали. Вес определяли с точностью до 0,01 г. Возраст определяли по числу колец годового прироста на крышечке. Ряд авторов считает этот метод недостаточно надежным, тем не менее, он очень удобен и прост в применении и во многих случаях давал хорошие результаты, подтвержденные альтернативными, более трудоемкими методами [10, 11]. Пол определяли по наличию (самцы) или отсутствию (самки) пениса. Диаграммы размерной, возрастной и половой структуры строили, используя пакет программ Microsoft Excel.

Таблица 1

Материалы исследования

Место сбора	Дата сбора	№ особей	Субстрат и добыча	Глубина, м
Севастопольская бухта	24.06. 2009	69	Скалы, друзы мидий	5–10
Балаклавская бухта	23. 06. 2009	46	Скалы с мидиями	5–12
Карадагская биостанция	26.06. 2009	25	Скалы с мидиями	3–5
Коса Тузла	30.06. 2009	102	Песок с <i>Anadara</i> , <i>Chamelea</i> и друзами мидий	3
Кабардинка	21.05. 2009	21	Песок с <i>Chamelea</i>	15
Голубая бухта I	12.06. 2009	83	Скалы с мелкими мидиями	20
Голубая бухта II	13.08. 2009	83	Скалы с мелкими мидиями	15
Детский центр «Орленок»	01.09. 2009	91	Гряды с мелкими мидиями и песок между ними	0,5–3,0
Сочи	30.08. 2009	90	Буна с мелкими мидиями	0–1

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 2 представлено частотное распределение размеров рапаны (высота раковины) в различных выборках. Рапаны с максимальной высотой раковины (102,2 мм) и массы (227,64 г) были найдены у

экземпляров с косы Тузла, а минимальные (22,3 мм и 1,93 г соответственно) – у экземпляра из Сочи. Большинство экземпляров с косы Тузла имели высоту раковины 60–90 мм; из Карадагского заповедника – 50–80 мм; из Севастопольской бухты – 40–80 мм, из Балаклавской бухты, Кабардинки и Голубой бухты – 40–50 мм, из «Орленка» – 30–50 мм, из Сочи – 30–40 мм. Средний размер самцов и самок в Кабардинке, Голубой бухте, Орленке и Сочи был приблизительно одинаковым, $\pm 2-3$ мм. Необходимо отметить, что раковины рапан из различных выборок отличались не только размерами, но и толщиной: основная масса рапан с косы Тузла, из Карадага и Севастопольской бухты имела относительно тонкостенную раковину (толщина около 2 мм), в то время как раковины рапан из Балаклавской бухты, Сочи, часть раковин из «Орленка» и большая часть раковин из Голубой бухты имели толстые стенки (около 3,5 мм).

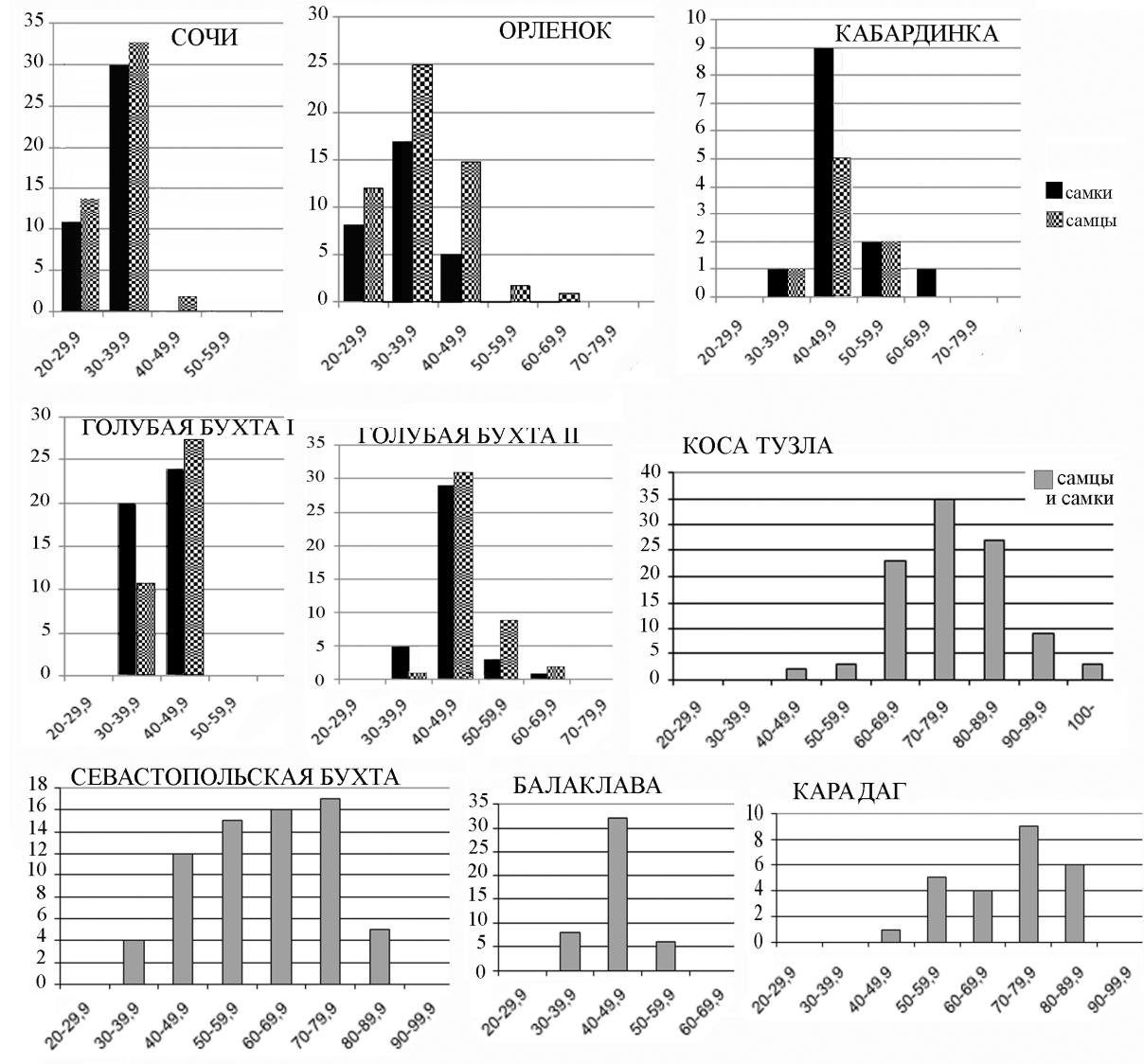


Рис. 2. Размерная структура популяций рапаны в различных точках

Возрастная структура (число колец на крышечках) представлена на Рис. 3. Максимальный возраст – 8 лет – отмечен у экземпляров с косы Тузла и из Севастопольской бухты. Необходимо отметить, что молодые особи в сборах были единичны, и основная масса имела 5 колец на крышечках. Существенных различий в возрастной структуре самцов и самок нет.

Процент самок и самцов (табл. 2) был приблизительно одинаковым в Голубой бухте (сборы I и II), Сочи и на косе Тузла; в Кабардинке самки составляли почти 2/3 выборки; в остальных сборах самцы преобладали над самками, составляя иногда $\frac{3}{4}$ всей выборки (Карадаг).

Соотношение самок и самцов в выборках и относительная масса раковины

	Балаклава	Карадаг	К.Тузла	Кабардинка	Голубая бух.І	Голубая бух.ІІ	«Орленок»	Сочи	Севастоп. бух.
Самки	35	24	44	62	52	46	33	46	–
Самцы	65	76	56	38	48	54	67	54	–
% веса раковин	81,55	71,41	58,21	74,29	81,86	80,05	82,81	79,63	80,43

Примечание: нижняя строка в табл. 2 – процентное отношение массы раковин рапаны к общей массе тела.

Сравнение размерных гистограмм для разных районов показывает, что различные экологические условия формируют специфические популяции. Самыми крупными размерами обладают рапаны, собранные на песчаном грунте косы Тузла. Пищевыми объектами для них служат встречающиеся здесь в больших количествах и достигающие крупных размеров двустворчатые моллюски *Anadara sp.* и *Chamelea gallina* Linnaeus, 1758. В Карадаге и Севастопольской бухте пищей рапанам служат средних и крупных размеров мидии, поэтому основная масса особей мельче, чем на косе, но крупнее, чем в других местах. В Кабардинке основной пищей служат мелкие венериды, и средние размеры рапаны здесь еще мельче. В «Орленке» биотоп, в котором собирали рапану, представлен невысокими скалистыми грядами, поросшими цистозирой и щетками молодых мидий; гряды выступают над песчаным дном, на котором живут венериды и мелкие *Anadara sp.* Соответственно, рапаны, собранные с гряд, имели меньшие размеры, чем рапаны, собранные со дна; иногда размеры одновозрастных особей отличались почти в два раза. В Балаклавской и Голубой бухтах пищей рапанам служат мелкие мидии (в среднем 2–3 см), а в Сочи рапану, у которой оказались наименьшие размеры, собирали на берегозащитной буне в центре города, поросшей мелкими (до 1 см) мидиями, практически у уреза воды.

В. Д. Чухчин [3] отмечал, что особи рапаны с замедленным ростом имеют более толстые раковины, чем нормально растущие. Согласно нашим данным (табл. 2, нижняя строка), среднее процентное отношение веса раковины к общему весу было наименьшим у тонкораковинных экземпляров с косы Тузла, заметно выше – в сборе из Карадагского заповедника, и еще выше – в сборе из Кабардинки. Остальные выборки, собранные на скалистом грунте, поросшем мелкими мидиями, характеризовались приблизительно одинаковым, самым высоким процентным отношением. Можно предположить, что скорость откладывания твердого вещества раковины более-менее постоянна, и в условиях изобилия пищи, во время интенсивного роста мягкого тела, увеличение объема раковины возможно только за счет уменьшения толщины откладываемого слоя неорганического вещества. Соответственно, при недостатке пищи, когда рост мягкого тела и увеличение объема последнего оборота раковины не происходит, толщина раковины возрастает. Предположение зависимости толщины и формы раковины от скорости роста, зависящей, в свою очередь, от количества доступной пищи, экспериментально подтверждено для литторин [6].

Таким образом, соотношение веса раковины и общей массы тела отражает физиологическое состояние и пищевые условия рапаны.

На диаграммах возрастной структуры (1973–1974 гг.) Чухчин [3] отмечал хорошо выраженные пики 0–1 годовалых моллюсков с высотой раковины 20–40 мм. В 2009 г. большинство экземпляров имели возраст 4–6 лет, существенно реже 7 или 8. Лишь единичные экземпляры несли 1–2 кольца на крышечках. Это обстоятельство может объясняться тем, что отбор проб проводился преимущественно в нерестовых скоплениях, поэтому годовики и сеголетки в сборах практически отсутствуют. Следует еще раз подчеркнуть, что нет зависимости между линейными размерами раковины и числом колец прироста на крышечках: во многих случаях особи с одинаковым числом колец отличались высотой раковины в два и более раз.

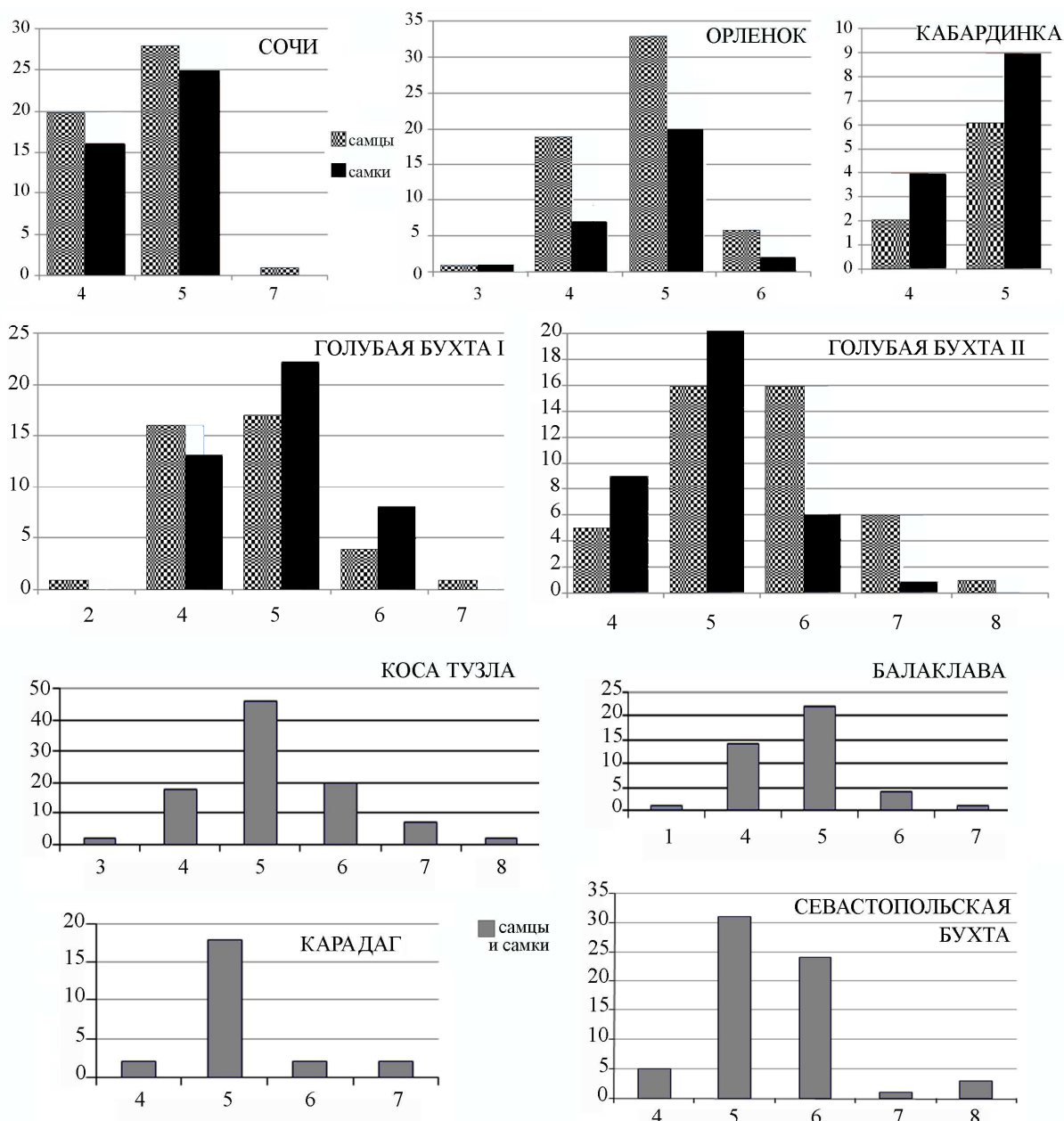


Рис. 2. Возрастная структура популяций рапаны в различных точках

Выводы

В Черном море существует несколько популяций рапаны, различающихся конхологически. Различия в размерах и структуре раковины отражают различные экологические условия развития и существования. Основным экологическим фактором, влияющим на состояние популяции в определенном регионе, является количество и характер пищи.

Автор признательна Р.Д. Косьяну, И.С. Даровских, А.Д. Кочергину и Н.Е. Лупповой (ИО РАН), а также М.П. Кирину и А.Ю. Силкину (ИнБИОМ) за помощь в организации работ и сбор материала.

1. Драпкин Е.И. Новый моллюск в Чёрном море / Е.И. Драпкин // Природа. – 1953. – № 9. – С. 92–95.
2. Сорокин Ю. И. Черное море / Ю. И. Сорокин. – М.: Наука, 1982. – 216 с.
3. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря / В.Д. Чухчин – К.: Наук. думка, 1984. – 176 с.
4. Ghisotti F. *Rapana thomasi* Crosse, 1861 (Gastropoda Muricidae) nel Mar Nero / F. Ghisotti // Conchiglie (Milan). – 1971 – N 7 – P. 55–58.
5. Harding J.M. Observations on the biology of the veined Rapa Whelk, *Rapana venosa*, (Valenciennes, 1846) in the Chesapeake Bay / Harding J.M., Mann R. // J. Shellfish Res. – 1999. – Vol. 18 – P. 9–17.

6. Kemp P. Snail shape and growth rates: Evidence for plastic shell allometry in *Littorina littorea* / Kemp P., Bertness M.D. // Proc. Nati. Acad. Sci. USA. – 1984. – Vol. 81 – P. 811–813.
7. Kerckhof F. The veined whelk *Rapana venosa* has reached the North Sea / Kerckhof F., Vink R.J. [et al.] // Aquatic Invasions. – 2006. – N1. – P. 35–37.
8. Mann R. Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the North American Atlantic coast / Mann R., Harding J.M. // Biol. Bull. – 2003. – Vol. 204 – P. 96–103.
9. Pastorino G. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Mollusca: Muricidae): a new Gastropod in South Atlantic Waters / G. Pastorino, P.E. Penchaszadeh, L. Schejter [et al.] // J. Shellfish Res. – 2000. – Vol. 19 – P. 897–899.
10. Power A. J. Growth and sexual maturity of the knobbed whelk, *Busyon carica* (Gmelin, 1791), from a commercially harvested population in coastal Georgia / A.J. Power, C.J. Sellers, R.L. Walker // Occasional papers of the university of Georgia marine extension service. – 2009. – N 4 – P. 1–24.
11. Santarelli L. De`termination de l'a`ge et de la croissance de *Buccinum undatum* L. (Gastropoda, Prosobranchia) a` l'aide des isotopes stables de la coquille et de l'ornementation operculaire / Santarelli L., Gros P. // Ocean Acta. – 1985. – N 8 – P. 221–229.
12. Savini D. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea / Savini D., Occhipinti-Ambrogi A. // Helgol. Mar. Res. – 2006. – Vol. 60 – P. 153–159.
13. Zolotarev V. The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusc species / V. Zolotarev // PSZN: Mar. Ecology. – 1996. – Vol. 17 – P. 227–236.

A.P. Косьян

Інститут проблем екології і еволюції ім. О.М. Северцова РАН, Москва

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЙ *RAPANA VENOSA* В ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ

Представлена структура популяції рапаніз декількох регіонів північної частини Чорного моря. Здійснено порівняльний аналіз популяцій і морфологічних особливостей їх представників залежно від харчових умов в кожному регіоні.

Ключові слова: рапана, вселенці, Чорне море, екологія

A.R. Kos'yan

Institute problems of Ecology and Evolution is the name of O.M. Severtsov RAS, Moscow

ECOLOGICAL CONSISTING OF POPULYATSIY OF *RAPANA VENOSA* IS OF NORTH PART OF BLACK SEA

Population structure and morphological variability of the muricid whelk *Rapana venosa* in the Northern Black Sea is presented. The correlation of the basic shell characters with ecological conditions is given.

Key words: *Rapana venosa*, Black sea, ecology

УДК [594.32]

О.В. КОШЕЛЕВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65014

ДЕЯКІ РЕПРОДУКТИВНІ РЕАКЦІЇ ГАЛОФІЛЬНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТИМЧАСОВИХ ВОДОЙМ В УМОВАХ МІНЛИВОЇ СОЛОНОСТІ

Вивчена дія солоності на деякі репродуктивні реакції безхребетних тимчасових водоймищ. Показано, що солоність приводить до істотних змін в типах потомства. Самки з латентих яєць стійкіші до солоності, ніж самки з субитанних генерацій яєць. Обговорено адаптаційне значення для безхребетних, що мешкають в солоних тимчасових водоймищах.

Ключові слова: солоність, репродукція, безхребетні, тимчасові водойми

При вивченні розподілу видів і популяцій у градієнтах солоності широко розповсюдженим є спосіб залучення не тільки фауністичних натурних спостережень, але і експериментальних досліджень відношення гідробіонтів до факторів середовища. Для безхребетних солонуватих і солоних

тимчасових водойм одним з основних факторів середовища є солоність, що змінюється в широкому діапазоні, а найважливішою характеристикою, що описує відношення гідробіонтів до цього фактора, є толерантність до солоності.

Виявлення діапазонів толерантності до солоності та реакцій організмів актуально для розв'язання не тільки загальнотеоретичних питань гідроекології, але й ряду практичних прикладних завдань, пов'язаних з аквакультурою, біотестуванням, проблемою біологічних інвазій.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом досліджень послужили лабораторні культури найбільш масових евригаліних безхребетних солонуватих і солоних водойм північно-західного Причорномор'я: коловертки *Brachionus plicatilis* O. F. Müller (Rotatoria) та гіллястовусого ракоподібного *Moina mongolica* Daday (Cladocera).

Як корм використовували культуру зеленої мікроводорості *Platymonas viridis* Rouch та комерційний лососевий корм (Vextra Gull).

Тестували дію солоності на статеву структуру як експериментальних популяцій, так і потомства. Для коловерток *B. plicatilis* провели дослід з визначення плодючості самок з субітаних генерацій та самок, отриманих з латентних яєць. Також проведені експеримент з визначення верхніх меж репродукції за різної щільності популяції.

Температура у всіх дослідах складала 20 °C.

Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методами [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Одним з факторів, що ініціює зміну способу розмноження коловерток, є щільність популяції, яка діє опосередковано через метаболітний фон. Накопичення метаболітів призводить до появи самців і міктичних самок, результатом чого є перехід популяції до стану спокою у вигляді латентних яєць [5]. Експонування аміктичних самок коловерток (щільність 5 екз/мл) при солоності, що перевищувала 74‰, призвело до зміни статевої структури. Така експериментальна популяція була представлена винятково аміктичними самками, що не розмножувалися, бо неможливим була закладка й розвиток не тільки аміктичних і міктичних, але й латентних яєць. Отже, граничне значення солоності репродуктивної активності лабораторної культури *B. plicatilis* склало 74‰. При незначному зниженні солоності на 2‰ репродукція відновлювалася.

Збільшення солоності призводило до видозміни марсупіальної камери гіллястовусої *M. mongolica*, сплюснення тіла у дорзовентральному напрямку, що призводило до неможливості закладки й виношування яєць і ембріонів. Крім того, порушувалася просторова орієнтація – рачки трималися в товщі води головним відділом униз та виштовхувалися у верхні шари експозиційних посудин. Культура *M. mongolica* була виділена з тимчасової водойми солоністю 34‰ і протягом 5 років постійно культивувалася при солоності 8–12‰, що в результаті призвело до значного звуження толерантного діапазону (олігогаліності). Це явище пояснюється концепцією В.В. Хлебовича [3] про “генетичні тріади” – в популяціях поряд з формами, здатними існувати у всьому діапазоні солоності, що характерно для виду в цілому, можлива поява форм, галопререндум яких зміщений у бік опріснення або засолонення.

Діапазони солоності, сприятливі для розмноження, набагато вужчі, ніж екологічна толерантність, що й визначає появу так званих репродуктивних фізіологічних рас за солоністю [2].

Експонування *M. mongolica* в нижньому (5–10‰) та верхньому (20–30‰) діапазоні призводило до суттєвих змін в репродукції. Самки були здатні продукувати вимети різних типів, які складались з самців, міктичних і аміктичних самок у різних пропорціях. Також характерним було формування псевдоефіпія – стулок карапакса без латентного яйця або повноцінного ефіпія як після запліднення, так і без нього. Усі варіанти були довільними, ніякої статистичної закономірності не виявлено.

Для мешканців тимчасових водойм фотоперіодичні зміни не є вирішальними у зміні способу розмноження, оскільки діапаузу викликає фактор, що не піддається сезонним змінам, – пересихання водойм. Протягом весняно-літнього періоду тимчасові водойми здатні багаторазово пересихати й відновлювати водний режим за рахунок опадів. Збільшення солоності до верхньої межі розмноження призвело до виникнення адаптаційної відповіді, а саме – формування функціональної пластичності репродуктивної системи, що дозволяє багаторазово утворювати латентні яйця протягом активної фази існування. Отже, в умовах мінливої солоності життєвий цикл спрямований на перехід популяції в стан спокою, причому основним способом розмноження є гамогенез.

Отримані коефіцієнти приросту коловерток в першому поколінні при експонуванні в різних солоностях суттєво відрізняються (табл.). Партеногенетичні самки з генерацій субітаних яєць

показали нижчі темпи приросту, ніж самки з латентних яєць після діапаузи. Найменших значень коефіцієнт r (доб⁻¹) набував за солоності 50‰ для обох когорт коловерток, а максимальні величини відмічені в діапазоні 15–25‰.

Таблиця

Показники популяційного росту r (доб⁻¹) в першому поколінні субітаних та постдіапаузних яєць *B. plicatilis* в різних солоностях

Солоність, ‰	Субітанні генерації		Постдіапаузні генерації	
	Середнє	95% довір. інтервал	Середнє	95% довір. інтервал
5	0,64±0,02	0,64–0,65	0,87±0,02	0,86–0,87
15	0,70±0,03	0,69–0,70	0,87±0,02	0,87–0,88
25	0,67±0,02	0,66–0,67	0,87±0,02	0,86–0,87
35	0,60±0,02	0,60–0,61	0,84±0,02	0,83–0,84
50	0,52±0,01	0,51–0,53	0,79±0,02	0,78–0,79

Постдіапаузні самки за всіх експериментальних значень солоності показали більший популяційний ріст, що пов'язано з більшою плодючістю. Крім того, відмічено незначну варіабельність росту, що демонструє незначну залежність від умов солоності.

Висновки

В результаті спонтанної інвазії виду, що має в життєвому циклі стадію спокою, подолання бар'єру солоності може бути ефективно реалізоване постлатентними ювенісами, що визначають стартову чисельність популяції і початковий успіх вселення в широкому діапазоні солоності [4].

1. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
2. Милейковский С.А. Экология размножения морского бентоса: зависимость от солености воды и “репродуктивные физиологические расы” / С.А. Милейковский. – М.: Наука, 1981. – 92 с.
3. Khlebovich V.V. Some problems of crustacean taxonomy related to the phenomenon of Horohalinicum / Khlebovich V.V., Abramova E.N. // Hydrobiologia. – 2000. – Vol. 417. – P. 109–113.
4. Panov V.E. Role of diapause in dispersal and invasion success by aquatic invertebrates / V.E. Panov, P.I. Krylov, N. Riccardi // J. Limnol. – 2004. – Vol. 63, N 1. – P. 56–69.
5. Stelzer C.P. Induction of sexual reproduction in *Brachionus plicatilis* (Monogononta, Rotifera) by a density-dependent chemical cue / Stelzer C.P., Snell T.W. // Limnol. Oceanogr. – 2003. – N 48. – P. 939–945.

О.В. Кошелев

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

НЕКОТОРЫЕ РЕПРОДУКТИВНЫЕ РЕАКЦИИ ГАЛОФИЛЬНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕНЧИВОЙ СОЛЕННОСТИ

Изучено воздействие солености на некоторые репродуктивные реакции беспозвоночных временных водоемов. Показано, что соленость приводит к существенным изменениям в типах потомства. Самки из латентных яиц более устойчивы к солености, чем самки из субитанных поколений яиц. Обсуждено адаптационное значение для беспозвоночных, обитающих в соленых временных водоемах.

Ключевые слова: соленость, репродукция, беспозвоночные, временные водоемы

O.V. Koshelev

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

SOME GENESIAL REACTION GALOFIL INVERTEBRATE TEMPORAL RESERVOIRS IN THE CONDITIONS OF CHANGEABLE SALINITY

Affecting of salinity is studied some genesial reactions of invertebrate temporal reservoirs. It is shown that over salinity brings to the substantial changes in the types of posterity. Females from latent eggs are more steady to salinity, what females from the subitanius generations of eggs. An adaptation value is discussed for invertebrates, dwellings in salt temporal reservoirs.

Key words: salinity, reproduction, invertebrate, temporal reservoirs

УДК [262.5:593.17] [210.5:627.24]

О.В. КУРІЛОВ

Одеська філія інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ЦИЛІАТОПСАМОН СУПРАЛІТОРАЛІ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЛЯЖІВ

Надана характеристика структури циліатопсамону в супраліторалі рефульованого дрібним піском та не порушеного пляжів. Показано, що одразу після подібної реконструкції зростає численність, видове багатство та різноманіття інфузорій, які з часом набувають рівнів не порушеного пляжу. Найбільш репрезентативні зміни відбуваються поблизу урізу води.

Ключові слова: псамон, інфузорії, супралітораль, реконструкція пляжів

Інфузорії в складі псамону в північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) досить детально вивчалися в субліторалі, де було виявлено їх велике різноманіття та досліджені особливості розподілу [3–5 8]. На іншому боці урізу води в піщаній супраліторалі інфузорне населення інтерстиціалі досі залишається поза увагою дослідників. Разом з тим з заплеском в цю зону потрапляють не лише морська вода і різноманітні забруднення з приуризгової зони, а також живі гідробіонти та їх мертві рештки. З боку суші на інтерстиціальні (порові) води впливають ґрунтові і дренажні води, які, крім внесення забруднень з суші, опріснюють і змінюють їх мінеральний склад. Ці фактори поряд з кліматичними (нестабільний температурний режим, атмосферні опади) створюють особливі умови існування інтерстиціальної мікрофауни, яка відіграє ключову роль в переробці і трансформації речовин та енергії в прибережних екосистемах [9], впливаючи на рекреаційну якість пляжів.

Питання про самоочисну здатність пляжів особливо гостро постають при надлишковому надходженні в прибережну зону органічних речовин, зокрема у вигляді штормових викидів моллюсків та водоростей, а також внаслідок реконструкції пляжних зон шляхом намівання піску з моря, що містить гідробіонтів та їх рештки. Саме такі берегоукріплювальні роботи проводилися на ділянці одеського узбережжя восени 2007 р. При цьому північна частина узбережжя, де були відсутні гідротехнічні споруди, не рефулювалася. На цій ділянці залишився пісок з природним механічним складом, а інша частина була засипана дрібнозернистим піском, видобутим в районі Дніпровської банки.

Відомо, що псамофільні інфузорії досить швидко здатні колонізувати новий субстрат [1], виявляючись першою, поряд з іншими одноклітинними організмами, ланкою суцесійних процесів, спрямованих на відновлення екосистеми піщаної супраліторалі.

Метою цієї роботи було порівняння стану угруповань інтерстиціальної циліофауни в супраліторальній зоні порушеного рефулюванням та не порушеного природного пляжу.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом послужили 36 проб порової води з пляжів «Лузанівка» (ЛУ), де рефулювання не проводилося, та «Ланжерон» (ЛА), видобуті з шурфів, виритих на відстані 3 м (ст. 1), 10 м (ст. 2) та 15 м (ст. 3) від урізу перпендикулярно до берегової смуги. Одночасно проби води (планктон) відбирали на заплеску (контроль). Всього було виконано 6 паралельних зйомок: у січні, березні, травні та липні 2008 р., квітні та липні 2009 р.

Інфузорій підраховували в нативній поровій воді у живому стані з подальшою ідентифікацією на тимчасових та постійних препаратах. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою пакету PRIMER®. Як міру подібності використовували індекси Серенсена (якісні дані) та Брей-Куртіса (кількісні дані).

Результати досліджень та їх обговорення

Досліджувані пляжі характеризувалися різним механічним складом піску та різною пологістю. На Ланжероні в оновленому піску переважали дрібні фракції ґрунту (модуль крупності 1,97), що характеризує його як дрібнозернистий. В Лузанівці (природний пісок) відносно більшу частку складали середня та крупна фракції (модуль крупності 2,26), що відповідає піскам середньозернистим. Середня глибина залягання порових вод по станціях (від урізу) складала 39±3 см, 45±4, 72±8, 57±2, 80±5, 112±7 см, відповідно на Ланжероні і в Лузанівці, тобто пляж Ланжерон

відрізнявся більшою дисипативністю (більш пологий). Такі пляжі порівняно з більш крутими (рефлексивними) характеризуються меншими обсягами води, що крізь них фільтрується [7]. Це, поряд з вищезазначеними особливостями фракційного складу піску, обумовлює специфічність рефільованого пляжу.

Всього в порових водах знайдено інфузорій 88 таксонів видового рангу, з яких 58 – в Лузанівці, 70 – на Ланжероні. Подібність видового складу (за індексом Серенсена) склала 60,9%. Більшість знайдених видів властиві бентосу та евритопні. Звертає на себе увагу досить незначна кількість (14) псамофільних видів в супраліторалі обох пляжів, 10 для Лузанівки та 9 для Ланжерону, а також низькі значення частоти їх трапляння, в середньому, 7,14% для ЛУ і 6,75% для ЛА. Натомість, в порових водах обох пляжів знайдено 5 видів, які є типово планктонними: *Pelagostrobilidium spirale*, *Rimostrombidium caudatum*, *R. conicum*, *Cyrtostrombidium* sp. та 1 вид тінтинід (*Tintinnopsis tubulosa*). Майже всі вони знайдені біля урізу на перших станціях, причому їх трапляння зазвичай припадало на час їх масового розвитку в планктоні. Це свідчить про можливість зберігати життєздатність при занесенні організмів з бризками води, як це відомо для деяких форм мезозoopланктону [6]. З іншого боку, випадковість таких знахідок і їх близькість до урізу свідчить про нетривалість життя еупланктонних інфузорій в інтерстиціалі. Інша причина трапляння інфузорій-планктерів в супраліторалі імовірно полягає у здатності при сприятливих умовах відновлюватися із спочиваючих стадій. Так, особини *Cyrtostrombidium* sp. зустрічалися у відносно великій кількості (до 800 екз.·л⁻¹ порової води), в різні сезони (січні й травні) в обох пляжах, незалежно від їх розвитку в планктоні. Раковини екземплярів *T. tubulosa* з порової води відрізнялись від планктонних меншою довжиною (в середньому, в 1,7 рази), більшою міцністю та значною аглютинацією піщинками. Прісноводний вид *R. conicum*, який досить рідко зустрічається в прибережній зоні ПЗЧМ, був знайдений у шурфі на відстані близько 15 м від урізу і ймовірно був занесений туди у вигляді цист з прісних чи солонуватих прилеглих водойм.

Розподіл кількості видів (S), видового багатства (d) за індексом Маргалефа та різноманіття (H') за індексом Шеннона (чисельність, біт особина⁻¹) по станціях відрізнялися в обох районах (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл видового багатства на станціях

Станція \ Район	Ланжерон			Лузанівка		
	S	d	H'	S	d	H'
1	11,7±2,0	5,2±1,4	2,5±0,3	14,2±1,5	9,4±3,7	2,8±0,3
2	8±2,3	6,1±1,8	2,2±0,4	5,3±1,0	9,6±2,7	1,9±0,2
3	9,6±2,4	18,0±13,1	2,3±0,5	1,8±0,3	1,9±0,0	0,5±0,2
В середньому	9,9±1,3	10,1±4,3	2,3±0,2	7,8±1,5	8,6±2,6	1,9±0,3

Максимальні показники реєструвалися на ст. 1. При цьому в Лузанівці кількість видів на пробу була вищою (10–19) без явних сезонних відмінностей, а на Ланжероні (5–18 видів на пробу) в липні спостерігали зменшення показників майже вдвічі порівняно з аналогічними в Лузанівці (5 і 8 у 2008 та 2009 рр. відповідно), що, ймовірно, спричинено факторами, не пов'язаними з температурою порової води, її солоністю, рН, Eh, близькі значення яких зафіксовані на обох пляжах. В напрямку від урізу води в районі Лузанівки спостерігали зменшення показників, а на Ланжероні такої закономірності не виявлено. Навпаки, в деяких випадках з віддаленням від моря кількість видів на пробу, як і їх багатство та різноманіття, зростало – в березні на ст. 3 було зареєстровано 19 видів проти 10 та 11 на станціях 1 і 2 відповідно, а в березні і травні спостерігалось поступове збільшення d та H'. Аналогічні характеристики мав і розподіл кількісних параметрів – чисельності та біомаси ціліопсамону (рис. 1). Однією з причин такого розподілу може бути різна структура пляжів (більш пологий на Ланжероні) та підвищеним вмістом органічної речовини в рефільованому піску (рештки захованих гідробіонтів), що поряд з дрібнозернистим складом створювало сприятливі умови для розвитку інфузорій на віддаленні від урізу. Найбільші показники зареєстровані в січні на Ланжероні (ст.1) з домінуванням дрібних мікро-, гісто- та детритофагів (*Mesodinium pelex*, *Uronema marinum*, *Coleps* sp.) за чисельністю та хижих (*Lacrymaria coronata*, *Loxophyllum* spp.) за біомасою. Така трофічна структура зазвичай властива забрудненим органічними речовинами ділянкам [2]. З просуванням від урізу кількісні показники зменшувалися, в трофічній структурі зростала частка гістофагів (*Coleps* spp.) та мікрофагів (*Pleuronema coronatum*). Одночасно в Лузанівці в складі переважали досить крупні види-альгофаги (*Condylostoma arenaria*, *Diophrys scutum*, *Psraspathidium fuscum*), які складали основу біомаси.

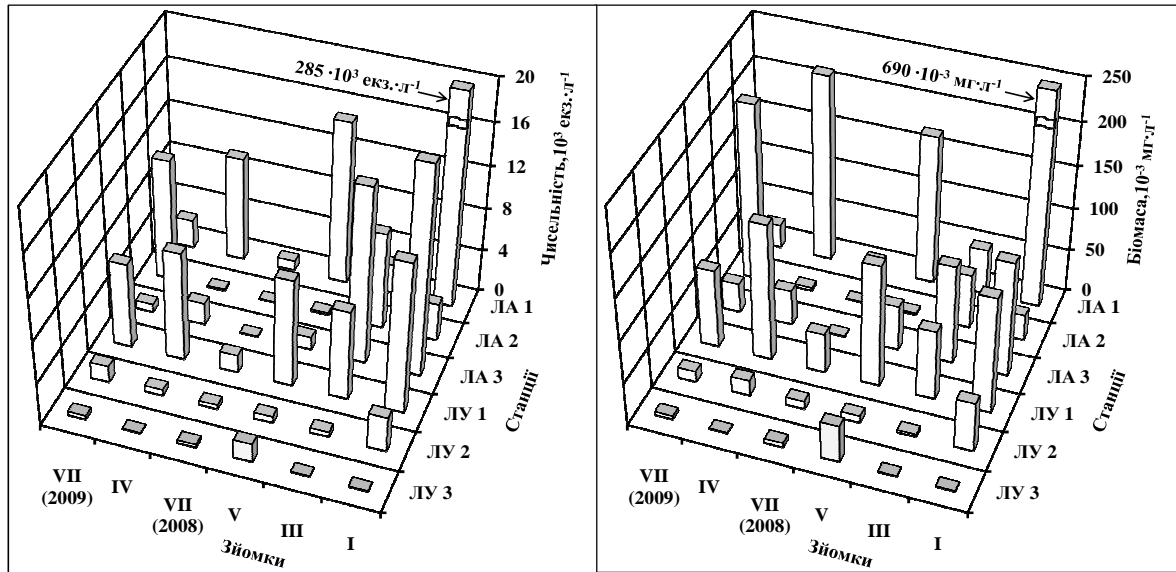


Рис. 1. Чисельність та біомаса інфузорій в поровій воді пляжів

Подібність станцій на різних пляжах (за індексом Брей-Куртиса) була досить низькою. На ст. 1 протягом всього періоду досліджень спостерігались спільні види, але подібність була досить невеликою внаслідок як розбіжностей у кількісному їх розвитку, так і загальному видовому складі. Найнижчі показники індексу спостерігались на перших зйомках (січень–березень), відповідно 4,2% і 1,8% по чисельності та 10,79% і 1,51% за біомасою. Впродовж наступних зйомок індекс збільшувався, досягаючи максимальних значень в травні–липні 2008 р., відповідно 42,9% і 44,9% за чисельністю та 37,2% 23,2% за біомасою. В 2009 р. навесні та влітку індекси складали, відповідно, 30,3–24,8% за чисельністю та 31,3–13,9% за біомасою. На віддалених станціях (2 і 3) спільні для пляжів види реєструвалися не завжди: на ст. 2 вони були відсутні в травні–квітні, на ст. 3 – в січні, березні та липні 2008 р. Загальна тенденція зміни чисельності та біомаси впродовж періоду досліджень характеризується збільшенням подібності пляжів та внеску в ці показники специфічних видів (*P. fuscum*, представники Kariorelictida) на Ланжероні, що свідчить про перебіг сукцесійних процесів, спрямованих на відновлення структури угруповань інфузорій псамону. Про це також свідчать показники загальної чисельності і біомаси, зокрема поступове зменшення чисельності інфузорій на Ланжероні при відносно стабільній біомасі (рис. 1), тобто збільшення середнього розміру особин. Найактивніше ці процеси проходять поблизу моря (ст.1), як це відбувається і в інших регіонах [9]. Тут спостерігається збільшення інтеграції видів – поступове зростання подібності видового складу між сусідніми зйомками. При цьому обидва процеси в порівнюваних районах позитивно корелюють: коефіцієнт рангової кореляції Спірмена ρ матриць подібності видового складу на перших станціях становив 0,572 ($p=3,7\%$), а на інших – коефіцієнти були низькі і недостовірні. Аналогічно корелювали матриці подібності за індексом Брей-Куртиса як за чисельності, так і за біомасою, відповідно $\rho=0,61$ і 0,6 при $p=1,9$ та 2,5%. Відмінність полягала у тому, що абсолютні середні величини на різних пляжах суттєво відрізнялися: майже втричі – за якісним складом ($11,9 \pm 2,1\%$ ЛА та $32,3 \pm 4,5\%$ ЛУ) та майже вдвічі – за складом з урахуванням кількісних показників ($12,4 \pm 3,9\%$ і $23,5 \pm 6,0\%$ за чисельністю та $11,2 \pm 4,6\%$ і $24,3 \pm 4,9\%$ за біомасою відповідно для ЛА і ЛУ). Тобто, інтенсивність відновлення структури на Ланжероні була нижчою, але розвиток демонстрував ті самі закономірності, що і в непорушеному пляжі.

1. Бурковский И. В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ / И.В. Бурковский. – М.: МГУ, 1992. – 208 с.
2. Бурковский И. В. Сообщество беломорского микробентоса как показатель состояния водной среды / И. В. Бурковский, А. К. Кашунин, А. И. Азовский // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 5. – С. 86–95.
3. Джуртубаев М. М. Видовой состав и вертикальное распределение псаммофильных инфузорий в Одесском заливе / М.М. Джуртубаев // Гидробиол. журн. – 1977. – Т. 13. – С. 73–77.
4. Джуртубаева Л. А. Инфузории илистых грунтов Одесского залива / Джуртубаева Л.А., Мохаммед Х.И. // Науч. Тр. зоол. музея ОГУ им. И.И. Мечникова. – 1995. – Т. 2. – С. 15–18.
5. Ковалёва В. Г. Инфузории мезопсаммона песчаных бухт Чёрного моря / В.Г. Ковалёва // Зоол. журн. – 1966. – Т. 45, № 11. – С. 1600–1611.

6. *Матвий С.О.* сообщества песчаных пляжей и контактной зоны Балтийского моря / С. Матвий, А. Анисимова, Г. Гильденберг // Мат. VII Междунар. конгресса по истории океанографии : Ч. 2 / Отв. ред. В. Л. Стрюк. – Калининград : Изд-во КГУ, 2004. – С. 446–458.
7. *McLachlan A.* Water filtration by dissipative beaches / A. McLachlan // Limnol. Oceanogr. – 1989. – Vol. 34, N 4. – P. 774–780.
8. *Petran A.* Cercetări asupra faunei de ciliate psammobionte la plajele din sudul litoralului Românesc al Mării Negre / A. Petran // Ecologie marina. – 1976. – Vol. 5. – P. 169–191.
9. *Urban-Malinga B.* Interstitial community oxygen consumption in a Baltic sandy beach: horizontal zonation / Urban-Malinga B., Opalinski K. W. // Oceanologia. – 2001. – Vol. 43, N 4. – P. 455–468.

О.В. Курилов

Одесский филиал института биологии южных морей НАН Украины

ЦИЛИАТОПСАММОН СУПРАЛИТОРАЛИ ОДЕССКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛЯЖЕЙ

Дана характеристика структуры цилиатопсаммона супралиторали рефулированного мелким песком и ненарушенного пляжей. Показано, что сразу после рефулирования увеличивается обилие инфузорий, видовое разнообразие и богатство, которые со временем приобретают черты таковых в ненарушенном пляже, особенно вблизи уреза воды.

Ключевые слова: псаммон, инфузории, супралитораль, реконструкция пляжей

O.V. Kurilov

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

CILIATOPSAMMON SUPRALITORAL ODESA ПОБЕРЕЖЬЯ IN THE CONDITIONS OF RECONSTRUCTION OF BEACHS

The characteristics of the supralitoral ciliatopsammon community structure in undisturbed beach and that refilled with fine sand are given. It is shown, that immediately after refilling ciliates abundance, species diversity and richness increase. In due course these parameters become comparable with those in the undisturbed beach, especially near the water line.

Key words: psamon, infusoria, supralitoral, reconstruction of beaches

УДК 504.064.3:574:639.42(262.5)

Е.А. КУФТАРКОВА, С.В. ЩУРОВ, Н.Ю. РОДИОНОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА (БУХТА ЛАСПИ)

Приведены результаты гидролого-гидрохимического мониторинга, выполненного в 2007–2009 гг. в районе мидийной фермы. Пониженные величины солености, биогенных элементов и повышенные значения pH по сравнению с периодом 1983–1987 гг. обусловлены преобладанием нагонной циркуляции и недостаточной динамической активностью вод.

Ключевые слова: мидии, гидрохимическая структура, циркуляция вод

Прибрежную акваторию бухты Ласпи от мыса Айя до мыса Сарыч можно выделить в отдельную структурную физико-географическую зону, отличную от других прибрежных районов. Это связано с особенностями гидрологического и гидрохимического режимов, географическим расположением бухты, удаленностью от основных очагов распреснения и особенностями водообмена. Бухта Ласпи является одним из перспективных прибрежных районов моря для размещения морехозяйственных комплексов. В 80-х годах в бухте Ласпи успешно функционировала мидийная ферма, в начале 90-х годов она прекратила свое существование. Гидрохимические исследования, проведенные в период ее функционирования показали, что благодаря интенсивному водообмену тенденции устойчивого накопления биогенных веществ, повышение их концентрации до экологически опасного уровня за

счет жизнедеятельности моллюсков в районе фермы и на прилегающей акватории не наблюдалось. Установлено, что воды бухты хорошо аэрированы от поверхности до дна, а незначительные суточные колебания кислорода отражали хорошую сбалансированность продукционно-деструкционных процессов [3]. Оценка водообмена района бухты Ласпи с водами открытого моря по данным измерений течений на автономных буйковых станциях, выполненная с 20 по 26 июля 1985 г., подтверждает высокую степень обновления вод акватории: от 5 до 8 часов [1].

Материал и методы исследований

Для решения задач, связанных с дальнейшим использованием акватории бухты Ласпи как ресурса для развития прибрежной марикультуры, с февраля 2007 г. по декабрь 2009 г. проводились регулярные гидролого-гидрохимические исследования. Ежемесячный отбор проб морской воды проводился с поверхности и у дна на 2-х станциях (рис. 1). Одна расположена в районе вновь созданной мидийной фермы (глубина 15 м), вторая – контрольная (глубина 30 м). В пробах морской воды определяли следующие параметры: температуру, соленость, растворенный кислород, органический и минеральный фосфор, органический, аммонийный, нитритный и нитратный азот, кремний, величину pH и биохимическое потребление кислорода (БПК₅). Гидрохимические анализы выполняли в аккредитованной гидрохимической лаборатории ИнБЮМ НАН Украины согласно общепринятым методам их определения [4].

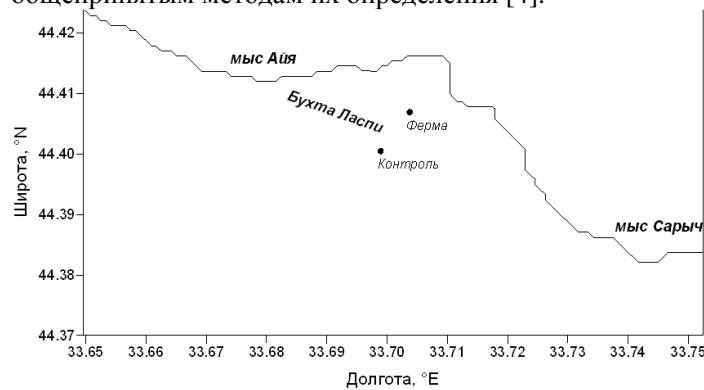


Рис. 1. Схема станций отбора проб в бухте Ласпи в период 2007–2009 гг.

Результаты исследований и их обсуждение

Несмотря на то, что бухта Ласпи характеризуется отсутствием постоянно действующих источников поверхностного стока, средние значения солености, полученные в период 2007–2009 гг., были ниже средних многолетних значений на 0,42‰ и ниже значений, полученных в период 1983–1987 гг., на 0,35‰. Пониженные значения солености отмечались в феврале 2007 г. (17,31‰), августе 2008 г. (17,32‰), июне 2008 г. (17,47‰) и июне 2009 г. (17,22‰). Снижение значений солености в зимний период, по-видимому, было связано с осадками, поступлением в прибрежную часть моря ливневых и талых вод. Понижение солености в летний период могло быть связано с внедрением на шельф Крыма либо распресненных азовоморских вод, либо вод с кавказского побережья [5]. В западной части исследуемого полигона, в районе м. Айя находятся подземные источники пресной воды и не исключена вероятность их влияния на формирование режима солености в бухте Ласпи. Минимальная величина солености (17,18‰) отмечалась в августе 2008 г. на поверхности контрольной станции; максимальная – в сентябре 2007 г. на поверхности моря в период летнего апвеллинга: в районе фермы – 18,05‰, на контрольной станции – 18,07‰.

Распределение растворенного кислорода находилось в соответствии с режимом данного показателя в прибрежной зоне Черного моря. Полученные в период 2007–2009 гг. данные о величинах кислорода практически не отличаются от значений, характерных в 1983–1987 гг. Отчетливо выражены изменения, характерные для теплого и холодного времени года: повышенные абсолютные значения кислорода (7,11–7,80 мл/дм³) в зимний период и пониженные (5,43–6,20 мл/дм³) – в летний. Относительное содержание кислорода колебалось от 98% до 119% в поверхностном слое моря и от 90% до 114% – в придонном (рис. 2). Минимальное значение кислорода (90%) в придонном слое фермы отмечалось в мае 2009 г., в период, когда наблюдался подток глубинных вод с характерными для них повышенными значениями солености (17,98‰), кремния (112 мл/дм³) и концентрации аммонийного азота (23 мл/дм³). Максимальное значение кислорода (119%) наблюдалось в поверхностном слое фермы в августе 2008 г. в период поступления в бухту распресненных вод.

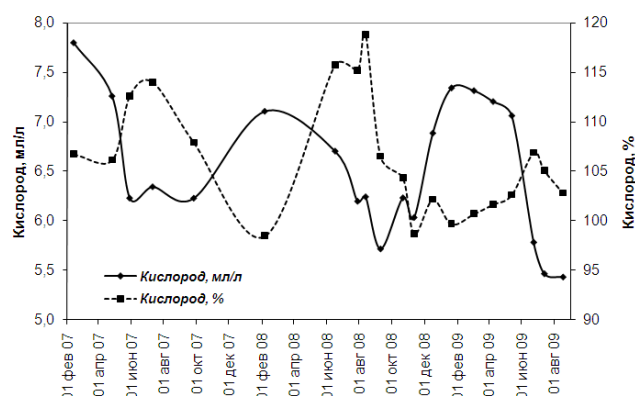


Рис. 2. Сезонні зміни абсолютного і відносного вмісту кисню в поверхневому шарі моря в районі мідійної ферми в бухті Ласпи

Величина рН коливалась в межах від 8,20 до 8,66. Низькі значення відмічались в період зимнього конвективного перемішування вод, високі – в вересні. Як видно з табл. 1, по порівнянню з попереднім періодом досліджень, в теперішній час спостерігається підвищення величини рН в середньому на 0,11, що, по-видимому, пов'язано з слабкою вертикальною циркуляцією вод в досліджуваній період.

Таблиця 1

Середні та екстремальні значення гідрохімічних показників, отримані в різні періоди спостережень в бухті Ласпи

Період	Н, м	Значення	Т, °С	S, ‰	O ₂ ,		рН	БПК ₅ мг/дм ³	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Si	Рорг	Норг
					мл/дм ³	%			мкг/дм ³						
1983-1987 гг. (n = 13)	0	Средн.	17,24	18,02	6,39	105	8,37	0,89	1	8	8	22	–	50	330
		Min	9,84	17,79	5,44	96	8,24	0,24	0	0	0	2	–	10	293
		Max	22,40	18,25	7,77	112	8,45	1,62	7	28	24	90	–	148	358
	25	Средн.	12,80	18,18	6,67	104	8,33	1,29	1	5	28	21	–	47	325
		Min	7,19	17,79	5,41	95	8,15	0,57	0	0	0	2	–	2	245
		Max	21,80	18,55	7,71	117	8,44	1,96	2	10	94	43	–	92	404
2007-2009 гг. (n = 24)	0	Средн.	16,68	17,70	6,50	105	8,48	0,72	1	6	8	4	36	13	450
		Min	8,10	17,22	5,43	97	8,20	0,00	0	0	0,5	0	0	1	148
		Max	25,30	18,07	7,80	118	8,66	1,60	3	33	27	14	136	30	2245
	16	Средн.	15,51	17,79	6,53	103	8,48	0,78	1	7	8	5	38	13	421
		Min	8,05	17,36	5,27	90	8,29	0,00	0	0,1	0	0	1	1	205
		Max	24,40	18,08	7,45	114	8,63	2,15	2	75	23	15	112	30	3045

В розподіленні біогенних елементів чіткої сезонної закономірності не відмічалось. Концентрація нітратного азоту в цілому була низькою. Значення NO₃⁻ з червня 2008 г. по вересень 2009 г. в поверхневому шарі коливались від 0 до 2,5 мкг/дм³. Підвищені концентрації (33,0 мкг/дм³ на поверхні і 74,9 мкг/дм³ – у дні) відмічались одразу в період сгона в вересні 2007 г. Крім зазначеного періоду досліджень, відмінностей між вмістом NO₃⁻ на поверхні і у дні ферми не реєструвалось.

Концентрація аммонійного азоту коливалась від 0,7 мкг/дм³ до 26,7 мкг/дм³. Підвищення значень аммонійного азоту відмічалось в період надходження глибинних вод і, в цілому, його зміни добре корелюють з значеннями солоності. Узгодженість в розподіленні величин солоності і аммонійного азоту свідчить про те, що динамічні фактори, в більшій ступені, впливають на формування концентрації аммонійного азоту в бухті Ласпи. Так, в

період апвеллінга, в серпні 2007 г., концентрація аммонійного азоту у дна була в 2 рази вище, ніж на поверхності: 13,3 мг/дм³ і 26,7 мг/дм³ відповідно. Максимальні значення фосфатів (14,1 мг/дм³ на поверхності і 14,9 мг/дм³ у дна) відмічалися в серпні 2008 г. в період літнього розпреснення вод. В період зимнього конвективного перемішування вод концентрація фосфатів не перевищала 2,0 мг/дм³, що свідчить про слабке вертикальне їх перемішування.

В розподілі органічних форм азоту і фосфору чітко вираженої сезонної закономірності не спостерігалося. Підвищення концентрації органічного азоту, як і мінеральних його форм, в основному, було пов'язано або з адвекцією глибинних вод на поверхню, або з поступленням розпреснених вод на акваторію бухти. В серпні 2007 г. в період адвекції глибинних вод в районі ферми вміст органічного азоту на порядок перевищував середні значення, характерні для прибережної зони моря: 2245 мг/дм³ – на поверхності і 3045 мг/дм³ – у дна. В серпні 2008 г., при поступленні на акваторію бухти вод з пониженою солоністю, також відмічалось підвищення концентрації органічного азоту до 826 мг/дм³ в районі ферми і до 721 мг/дм³ – на контрольній станції. В цей же період спостерігались підвищені значення БПК₅ і фосфатів: 1,60 мгО₂/дм³ і 14,1 мг/дм³ відповідно. При цьому значення кремнію були невисокі – від 32,0 мг/дм³ на фермі до 59,0 мг/дм³ на контрольній станції. Відмінностей в значеннях біогенних елементів і їх органічних форм між поверхнею і дном за рахунок життєдіяльності молюсків в районі ферми не виявлено.

Висновки

Проведений моніторинг показує, що знижені значення солоності, фосфатів, нітратного і аммонійного азоту, а також підвищення величини рН в останній період спостережень (весенньо-літній період 2009 г.) обумовлені слабким вертикальним перемішуванням вод, переважаючим нагонною циркуляцією і практичною відсутністю типових для району ЮБК літніх апвеллінгів. По цій причині в досліджуваній період лінійна швидкість росту створок і маси мідій на фермі була пониженою. Крім того, за даними Казанкової І.І. [2], влітку 2009 г. в районі бухти Ласпи швидкість осідання личинок анадары і мідієстера була відповідно в 5 і 7 разів вище, ніж в 2008 г. Цьому, можливо, сприяло переважаюче нагонне процесу, завдяки якому личинки поверхневих вод могли концентруватися в прибережній зоні моря.

1. Ациховська Ж.М. Оцінка динамічної активності вод району бухти Ласпи (Чорне море) / Ациховська Ж.М., Чекуменєва Н.І. // Екологія моря. – 2002. – Вип. 59. – С. 5–8.
2. Казанкова І.І. Сезонна і річна швидкість осідання мідій, мідієстера і анадары в прибережних водах південно-західного Криму / І.І. Казанкова // Системи контролю навколишнього середовища: Сервіси, інформаційні технології і моніторинг: сб. науч. тр. – Севастополь, 2009. – С. 398–400.
3. Куфтаркова Е.А. Оцінка гідрохімічних умов бухти Ласпи – району культивування мідій / Е.А. Куфтаркова, Н.П. Ковригіна, Н.І. Бобко // Екологія моря. – 1990. – Вип. 36. – С. 1–6.
4. Методи гідрохімічних досліджень основних біогенних елементів. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
5. Чекуменєва Н.І. Гідрофізична характеристика окремих районів шельфової зони південного Криму (Чорне море) / Чекуменєва Н.І., Субботін А.А. // Екологія моря. – 2009. – Вип. 77. – С. 71–76.

Е.А. Куфтаркова, С.В. Щуров, Н.Ю. Родіонова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

РЕЗУЛЬТАТИ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІДІЙНОЇ ФЕРМИ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ ПІВДЕННОГО БЕРЕГУ КРИМУ (БУХТА ЛАСПИ)

Наведено результати гідролого-гідрохімічного моніторингу, виконаного в 2007–2009 рр. у районі мідійної ферми. Знижені величини солоності, біогенних елементів і підвищені значення рН порівняно з періодом 1983–1987 рр. зумовлені перевагою нагонної циркуляції й недостатньою динамічною активністю вод.

Ключові слова: мідії, гідрохімічна структура, циркуляція вод

Е.А. Kuftarkova, S.V. Shchurov, N.Yu. Rodionova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

RESULTS OF HYDROLOGICAL-HYDROCHEMICAL MYTILUS FARM IN OFF-SHORE AREA OF SOUTH BANK OF CRIMEA (BAY OF LASPI)

Results of the hydrological-hydrochemical monitoring carried out in 2007–2009 at the mytilus farm are given. The lowered salinity, nutrients and the raised pH in comparison with the period 1983–1987 are caused by prevalence of downwelling circulation and insufficient dynamic activity of waters.

Key words: mussels, hydrochemical structure, circulation of waters

УДК 639.64:594.121

Л.В. ЛАДЫГИНА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДИАТОМОВОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *SCELETONEMA COSTATUM* CLEVE – КОРМА ДЛЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Определены оптимальные условия культивирования микроводоросли *Skeletonema costatum* Cleve в устричном питомнике. Максимальные концентрации водоросли получены при культивировании на питательной среде F/2, содержащей 30 мг/дм³ кремния при круглосуточном освещении 10 клк и температуре 20–22°C.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, *Skeletonema costatum*, минеральное питание, культивирование

Одной из важнейших проблем марикультуры является обеспечение личинок и спата двустворчатых моллюсков живыми кормами. Диатомовая водоросль *Skeletonema costatum* является перспективным кормовым объектом как для личинок и спата мидий и устриц, так и для производителей при проведении их кондиционирования. Хорошие пищевые качества микроводоросли обусловлены высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и белка. Содержание докозагексаеновой (22:6n-3) и эйкозапентаеновой (20:5n-3) кислот варьирует от 2,5% до 16%, а максимальная концентрация белка составляет 49,7% [6, 7]. Клетки водоросли имеют небольшие размеры: высота 10 мкм, диаметр 6 мкм; стенки панциря очень тонкие, с нежной структурой [2]. Попадая в желудок моллюсков, клетки легко перевариваются и усваиваются, что оказывает положительное влияние на темп роста и развитие личинок и спата мидий и устриц.

В питомнике по выращиванию личинок мидий и устриц необходимо одновременно культивировать несколько видов микроводорослей, поэтому при определении оптимальных условий их роста приходится изменять содержание биогенов в морской воде.

Целью работы являлось определение оптимальных условий культивирования микроводоросли *S. costatum* для получения максимальной биомассы ценного пищевого качества.

Материал и методы исследований

Микроводоросль *S. costatum* была выделена из сгущенной пробы фитопланктона. В результате многократного пересеивания была получена альгологически чистая культура, представляющая цепочки из 6–8 клеток. Размер клетки составлял 6х9 мкм, а средний объем – 254 мкм³.

Для определения оптимальной питательной среды микроводоросль выращивали в режиме накопительного культивирования в колбах (V=2 дм³), при круглосуточной аэрации и освещенности 5 тыс. лк на питательных средах Конвея и F/2. Массовое культивирование проводили в полиэтиленовых мешках (V=18 дм³) при температуре 20–22°C, круглосуточной аэрации и освещенности 5 и 10 тыс. лк на питательной среде F/2 с добавлением кремния в виде силиката натрия (Na₂SiO₃·5H₂O) – 30 мг/дм³ и 5 мг/дм³. Концентрацию клеток водорослей подсчитывали в камере Горяева под микроскопом МБИ-6. Удельную скорость роста культуры определяли по формуле:

$$\mu = \frac{\Delta N}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\Delta N_0},$$

где: N₀ – начальная концентрация клеток (х 10⁶ кл/мл); ΔN – изменение концентрации клеток за время ΔT (в сутках).

Величину сырой биомассы водорослей определяли по формуле

$B \text{ (мг/дм}^3\text{)} = V_{\text{кл}} \cdot C$, где: B – сырая биомасса водорослей, V_{кл} – объем клетки; C – концентрация клеток (млн. кл/мл).

Результаты исследований и их обсуждение

Факторы, влияющие на развитие микроводорослей, можно разделить на энергетические (свет) и субстратные (биогенные элементы) [1]. Основные субстратные факторы, ограничивающие развитие микроводоросли *S. costatum* – это азот, фосфор и кремний. Соотношение экспериментально найденных потребностей в N, P и Si позволяет определить оптимальные условия культивирования *S. costatum*.

При культивуванні мікроводорослі *S. costatum* в колбах при освітленості 5 тис. лк на питательных средах Конвея и среде F/2 было установлено, что удельная скорость роста водоросли на среде F/2 была на порядок выше, чем на среде Конвея, и составляла соответственно $0,87 \text{ сут}^{-1}$ и $0,06 \text{ сут}^{-1}$. Максимальная концентрация клеток мікроводорослі культивуваної на среде F/2 составляла 7,42 млн. кл/мл, а на среде Конвея 4,11 млн. кл/мл (рис. 1).

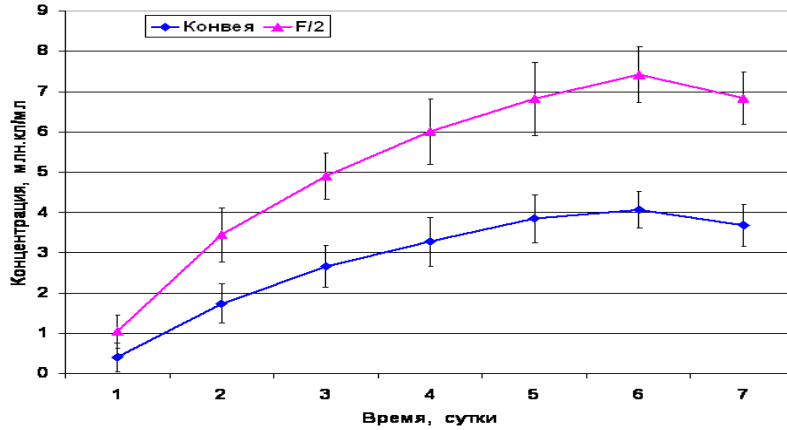


Рис. 1. Динамика роста мікроводорослі *Skeletonema costatum* на питательных средах Конвея и F/2

Следовательно, при указанных условиях культивирования, среда F/2 является оптимальной для роста мікроводорослі *S. costatum*, что вероятно связано с разным соотношением N:P в питательных средах. Так, соотношение N:P в среде Конвея и F/2 составляют 4:1 и 15:1, соответственно. Высокое содержание азота и недостаток фосфора в среде F/2 способствовали увеличению скорости деления клеток мікроводорослі [3]. Очевидно, фосфор как лимитирующий фактор для других видов мікроводорослей, для диатомовых водорослей имеет второстепенное значение и они могут развиваться при более низких его концентрациях.

Известно, что необходимым условием при массовом развитии диатомовых водорослей является содержание в морской воде достаточного количества кремния. Отношение азота к кремнию в питательной среде – это самостоятельно регулирующий фактор [3, 5]. Мікроводоросль *S. costatum* быстро реагирует на изменение содержания кремния в питательной среде. Поэтому, эксперименты по массовому культивированию *S. costatum* проводили при разных условиях, учитывая одновременно как энергетические, так и субстратные факторы:

- а) освещенность 10 клк; питательная среда F/2 + 30 мг/дм^3 кремния;
- б) освещенность 5 клк; питательная среда F/2 + 30 мг/дм^3 кремния;
- в) освещенность 10 клк; питательная среда F/2 + 5 мг/дм^3 кремния.

Максимальная концентрация культуры – 4,11 млн. кл/мл получена на 4–5 сутки при использовании питательной среды, содержащей 30 мг/дм^3 кремния и при освещенности 10 клк (рис. 2).

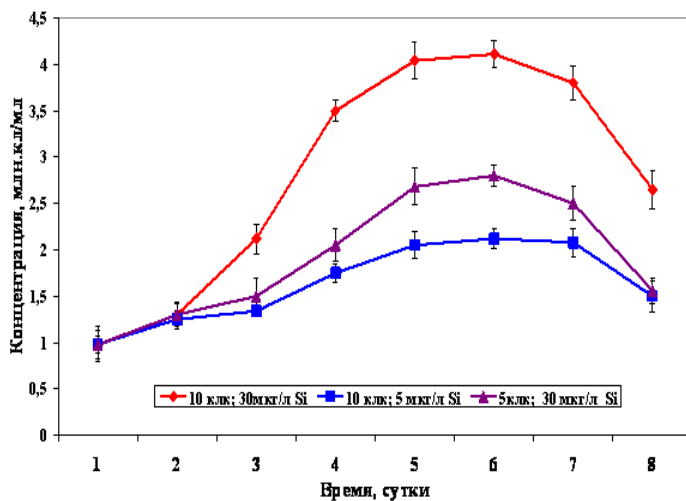


Рис. 2. Динамика роста мікроводорослі *Skeletonema costatum* при разных значениях концентрации кремния в питательной среде

Самые низкие значения плотности культуры (2,05 млн. кл/мл) отмечены при культивировании мікроводорослі с использованием питательной среды с минимальным

содержанием кремния и освещенности 10 клк. При концентрации 30 мг/дм³ кремния и освещенности 5 тыс. клк плотность *S. costatum* была выше и составляла 2,68 млн. кл/мл. Повышение освещенности от 5 тыс. клк до 10 тыс. клк при такой же концентрации кремния в питательной среде, способствовало увеличению биомассы водоросли 1,5 раза.

Зависимость удельной скорости роста микроводоросли *S. costatum* от концентрации кремния в питательной среде описывается линейной функцией (рис. 3).

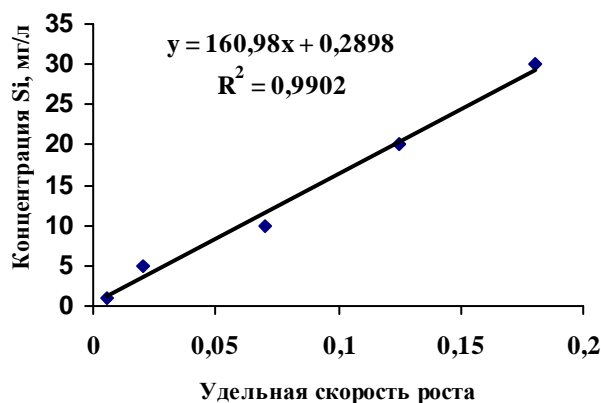


Рис. 3. Зависимость удельной скорости роста микроводоросли *Skeletonema costatum* от концентрации кремния в питательной среде F/2

При максимальном содержании кремния в питательной среде удельная скорость роста составляла 0,18 сут⁻¹, что в 9 раз выше, чем при концентрации кремния 5 мг/дм³. Следовательно, низкие концентрации соли кремния в питательной среде F/2 значительно снижают темп роста микроводоросли.

Количество клеток в цепочке увеличивалось в период активного деления микроводоросли на стадии экспоненциального роста и уменьшалось при переходе на стационарную фазу роста во всех трех экспериментах. Максимальное количество клеток в цепочке (45) отмечено при освещенности 10 клк на питательной среде содержащей 30 мг/дм³ кремния, а минимальное (22) – при той же освещенности и низкой концентрации кремния (5 мг/дм³). На стационарной стадии роста наблюдалось увеличение объема клеток до 464 мкм³ по сравнению с исходным (254 мкм³) при максимальной концентрации кремния. Увеличение размера клеток диатомовых водорослей обычно связано с половым размножением и формированием ауксоспор. Однако, у *S. costatum* половое размножение происходит крайне редко [4]. Вероятно, клетки не способны делиться вследствие недостаточного количества кремния в питательной среде и потому их размеры достигали максимального значения [5]. Следовательно, при культивировании *S. costatum* концентрация кремния является важным фактором, оказывающим положительное влияние на рост, развитие и размножение микроводоросли.

Выводы

Оптимальными условиями для массового культивирования микроводоросли *S. costatum* в питомнике являются: питательная среда F/2, содержащая 30 мг/л кремния, круглосуточное освещение 10 клк, температура 20–22°C, при которых максимальную биомассу водоросли возможно получить на 5-е сутки культивирования.

1. Булгаков Н.Г. Биогенные элементы в среде и фитопланктон: отношение азота к фосфору как самостоятельный регулирующий фактор / Булгаков Н.Г., Левич А.П. // Усп. совр. биологии. – 1995. – Т. 15, вып. 1. – С. 13–23.
2. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря / А.И. Прошкина-Лавренко; ред. В.П.Савич. – М.: АН СССР, 1955. – 216 с.
3. Conway H.L. Marine diatoms grown in chemostats under silicate or ammonium limitation. IV. Transient response of *Chaetoceros debilis*, *Skeletonema costatum*, and *Thalassiosira gravida* to a single addition of the limiting nutrient / H. L. Conway, P. J Harrison // Marine biology. – 1977. – Vol. 43, N 1. – P. 19–31.
4. Gallagher J.C. Cell enlargement in *Skeletonema costatum* (Bacillariophyceae) / J. C. Gallagher // Phycology. – 2004. – Vol. 19, N 4. – P. 539–542.
5. Roberts E.C. Response of temperate microplankton communities to N:Si ratio perturbation / E. Roberts, K. Davidson, L. Gilpin // Plankton Research. – 2003. – Vol. 25, N 12. – P. 1485–1495.
6. Viso A. Fatty acids from 28 marine microalgae / Viso A., Marty J.C. // Phytochemistry. – 1993. – Vol. 34, N 6. – P. 1521–1523.

7. Whyte J.C. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves / J.C. Whyte // Aquaculture. – 1987. – Vol. 60, N 3. – P. 231–241.

Л.В. Ладигіна

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ДІАТОМОВОЇ МІКРОВОДОРОСТІ

SCELETONEMA COSTATUM CLEVE – КОРМУ ДЛЯ ДВОСТУЛКОВИХ МОЛЮСКІВ

Визначені оптимальні умови культивування мікроводорості *Skeletonema costatum* Cleve в устричному розпліднику. Максимальні концентрації водорості одержані при культивуванні на поживному середовищі F/2, що містить 30 мг/дм³ кремнію, при цілодобовому освітленні 10 клк і температурі 20–22°C.

Ключові слова: діатомові водорості, *Skeletonema costatum*, мінеральне живлення, культивування

L.V. Ladygina

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

OPTIMIZATION OF TERMS OF CULTIVATION OF THE DIATOMACEOUS MICROALGAE

SCELETONEMA COSTATUM CLEVE IS STERN FOR BIVALVES

The optimal conditions of microalgae *Skeletonema costatum* Cleve cultivation in the oyster nursery were determined. Maximal algae concentrations were obtained under cultivating in the nutrient medium F/2, which contains 30 mg/l of silicon under twenty-four-hour lighting 10 klk and temperature of 20–22°C.

Key words: diatomaceous algae, *Skeletonema costatum*, mineral feed, cultivation

УДК 574.583(262.5)

Е.В. ЛИСИЦКАЯ, В.А. ГРИНЦОВ, В.В. МУРИНА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НЕЙСТОНА ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КАРАДАГА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В период 2005–2008 гг. впервые проведены исследования нейстона в акватории Карадагского природного заповедника (Крым, Чёрное море). Идентифицировано 59 видов донных беспозвоночных. Максимальное число видов отмечено в полночь.

Ключевые слова: нейстон, донные беспозвоночные, видовой состав, Чёрное море

Нейстон является важнейшим элементом морской экосистемы. Обилие в нём пищи, кислорода, присутствие широкого спектра инфракрасных и ультрафиолетовых лучей создают благоприятные условия для развития сотен видов беспозвоночных животных и рыб, особенно на ранних стадиях онтогенеза [2]. Появление и аккумуляция в этом биотопе биоцидных веществ антропогенного происхождения создало на аэроконтуре морей и океанов одну из наиболее острых экологических проблем [3]. Следовательно, изучение нейстона является необходимым компонентом гидробиологического мониторинга.

Цель работы – изучить видовой состав донных беспозвоночных, встречающихся в нейстоне в акватории Карадага.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в летние сезоны 2005–2008 гг. во время экспедиций ИнБЮМ НАН Украины в Карадагский природный заповедник [6]. Пробы отбирали нейстонной сетью по методу Ю.П. Зайцева [2] над глубинами до 2 м в разное время суток (рис.).

Материал предварительно обрабатывали в живом виде в камере Богорова под бинокулярном МБС-9, а для дальнейшей обработки фиксировали 4% раствором формальдегида. Идентификацию видов проводили в лабораторных условиях в отделе марикультуры и прикладной океанологии ИнБЮМ НАН Украины.

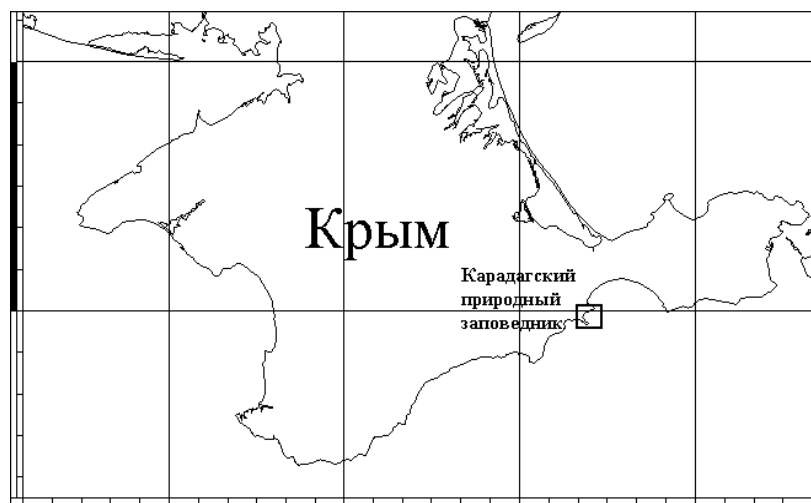


Рис. Схема
района
исследований

Результаты исследований и обсуждение

В период исследований идентифицировано 59 видов беспозвоночных, из них: Hydrozoa – 1 вид, Polychaeta – 6 видов, Cirripedia – 1, Cumacea – 6, Mysidacea – 2, Decapoda – 10, Isopoda – 8, Amphipoda – 21, Bivalvia – 2, Gastropoda – 2 вида. В нейстоне присутствовали планктонные ракообразные, икринки и личинки рыб, обрывки макрофитов и высших растений. Постоянно встречались мертвые организмы (наземные насекомые, представители зоо- и меропланктона).

В поверхностных водах обнаружены фрагменты колоний Hydrozoa. В ночном нейстоне единично отмечены медузы распространенного у берегов Крыма гидроидного полипа *Sarsia tubulosa* (M. Sars, 1835).

По литературным данным [4] личинки многощетинковых червей в верхнем горизонте 0–5 м находятся в незначительном количестве, а отдельные виды, например, *Harmothoe reticulata* (Claparede, 1879) не встречаются. В наших сборах этот вид присутствовал в ночном нейстоне, также были отмечены личинки *Spio filicornis* (Müller, 1776), *Microspio mecznikowiana* (Claparède, 1868), *Malacoceros fuliginosus* (Claparède, 1868) (семейство Spionidae) и трёхсегментные нектохеты семейства Nereidae. Личинки этих видов относятся к наиболее массовым представителям нейстона [2]. Встречались взрослые особи семейства Syllidae и фрагменты отнерестившихся *Platynereis dumerilii* (Aud. et M.-Edwards, 1833) (Nereidae). Эпитокные формы этих видов поднимаются на поверхность в период размножения [4].

Наибольшее видовое разнообразие характерно для класса Crustacea. В нейстоне и в светлое, и в темное время суток были обнаружены науплиусы ускононого рака *Amphibalanus improvises* Darwin, 1854. Этот вид массовый в обрастании у берегов Крыма [8]. В ночном нейстоне доминировали представители равноногих раков (*Naesa bidentata* (Adams, 1800), *Idothea baltica basteri* Audoin, 1827), кумовых (*Cumella limicola* Sars, 1879) и гарпактицид. Из мизид наиболее часто встречались *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden, 1861). Разноногие раки были представлены видами, обычными в прибрежной зоне – *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813), *Ericthonius difformis* M.-Edwards, 1830, *Apherusa bispinosa* (Bate, 1857).

Из видов, не отмеченных ранее на Карадаге, в нейстоне обнаружены равноногие раки рода *Euridice* (*Euridice dollfusi* Monod, 1930, *Euridice pontica* (Czerniavsky, 1868), *Euridice racovizai* Bacescu, 1949, *Eurydice spinigera* Hansen, 1890) и два вида кумовых раков – *Cumella pygmaea euxinica* Bacescu, 1950 и *Nannastacus euxinicus* Bacescu, 1951. Идентифицирован один вид бокоплавов *Megaluropus agilis* Hoek, 1899, не отмечавшийся в украинских водах уже несколько десятков лет [1].

Десятиногие раки были представлены в основном на ранних стадиях развития. В мае-июле в нейстоне преобладали зоеа *Diogenes pugilator* Roux, 1878, *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792), *Pisidia longimana* (Risso, 1815), *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1758). В этот же период встречались личинки голландского краба *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland, 1874), являющегося вселенцем в Чёрное море [5]. В сентябре появлялись личинки Decapoda, находящиеся на более поздних стадиях развития – мегалопы *Brachyura* (*Xantho poressa* (Olivi, 1792), *Macropodia* sp.). Из взрослых

представителей в ночном нейстоне попадались *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 и *Palaemon elegans* Rathke, 1837. Эти креветки широко распространены у берегов Крыма [6, 8].

Видовой состав моллюсков был немногочисленным. В нейстоне единично встречалась молодь двустворчатого моллюска мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 и брюхоногих моллюсков *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778), *Rissoa parva* (Da Costa, 1778). Из личинок отмечены великонхи *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) и не идентифицированные до вида велигеры *Bivalvia* и *Gastropoda*.

Установлена связь между количеством видов донных беспозвоночных, встречающихся у поверхности и временем суток. Наибольшее число видов зарегистрировано в ночных сборах: в полночь в нейстонных сборах встречалось одновременно до 23 видов, в 22 и 2 часа ночи – от 17 до 20 видов. В светлое время суток их количество уменьшалось в 3–4 раза, а в полдень в нейстонных пробах было минимальное количество гидробионтов. Увеличение числа видов в темный период суток происходило за счет вертикальных миграций бентосных организмов (амфипод, кумовых, креветок и др.), а также подъема в поверхностный слой личинок некоторых донных и придонных форм – нектохет многощетинковых червей семейства *Spionidae*, личинок десятиногих раков. Циркадные ритмы характерны для многих видов беспозвоночных, обитающих в бентали [2].

Начиная с 1970-х гг., некоторые типичные представители нейстона проявили отчетливую тенденцию к снижению численности популяций. На 1–2 порядка величин сократилась численность *Idothea ostroumowi* Sowinskyi, 1895 и веслоногих рачков семейства *Pontellidae* [7]. В наших сборах эти виды не встречались.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что видовой состав прибрежного нейстона у берегов Карадага разнообразен. Для него характерны четко выраженные суточные периоды нарастания (в темное время) и убывания (в светлое время) количества видов и численности беспозвоночных животных. Максимальное число видов отмечено в полночь.

Выводы

Все виды экологического мониторинга моря и проводимые природоохранные мероприятия могут быть эффективнее, если полнее будут охвачены контурные биотопы [3], одним из которых и является нейстон. Поэтому целесообразно включение нейстона в систему мониторинга состояния водных объектов.

1. Грезе И.И. Бокоплавы. Высшие ракообразные / И.И. Грезе. – К.: Наук. думка, 1985. – Т. 26, вып. 5. – С. 1–172.
2. Зайцев Ю.П. Морская нейстонология / Ю.П. Зайцев. – К.: Наук. думка, 1970. – 264 с.
3. Зайцев Ю.П. Экологические процессы в критических зонах Черного моря (синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI веков) / Зайцев Ю.П., Поликарпов Г.Г. // Морской экологический журнал. – 2002. – Т. 1, № 1. – С. 33–55.
4. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей / М.И. Киселева. – Апатиты: КНЦ РАН, 2004. – 409 с.
5. Макаров Ю.Н. Десятиногие ракообразные. Высшие ракообразные / Ю.Н. Макаров. – К.: Наук. думка, 2004. – Т. 26. – 430 с.
6. Мурина В.В. Исследования беспозвоночных в акватории Карадагского заповедника / В.В. Мурина, В.А. Гринцов, Е.В. Лисицкая // Летопись природы. – 2005. – Симферополь: СОНАТ, 2007. – Т. XXII. – С. 161–165.
7. Полищук Л.Н. Новые данные о распределении гипонейстонных рачков семейства *Pontellidae* в северо-западной части Черного моря / Л.Н. Полищук // Биология моря. – 1977. – Вып. 43. – С. 23–25.
8. Ревков Н.К. Таксономический состав донной фауны крымского побережья Черного моря / Н.К. Ревков // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 209–218.

О.В. Лисицка, В.А. Гринцов, В.В. Мурина

Институт біології південних морів НАН України, Севастополь

ВИДОВА РІЗНОМАНІТНІСТЬ НЕЙСТОНУ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД КАРАДАГА (ЧОРНЕ МОРЕ)

В період 2005–2008 рр. вперше проведено дослідження нейстону в акваторії Карадазького природного заповідника (Крим, Чорне море). Ідентифіковано 59 видів донних безхребетних. Найбільше видів відзначено опівночі.

Ключові слова: нейстон, донні безхребетні, видовий склад, Чорне море

E.V. Lisitskaya, V.A. Grintsov, V.V. Murina

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SPECIFIC VARIETY OF NEUSTON OF OFF-SHORE WATERS OF KARADAG (BLACK SEA)

The neuston of the Karadag nature reserve (Crimea, the Black Sea) was investigated in the season 2005–2008 for the first time. The benthic invertebrates consist of 59 species were identified. The maximum number of kinds was noted at midnight.

Key words: neuston, ground invertebrates, specific composition, Black sea

УДК [556.161] [551.46:504.42]

Н.С. ЛОБОДА, Ю.С. ТУЧКОВЕНКО

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, Одеса 65016

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІН РІЧКОВОГО СТОКУ ЗА
КЛІМАТИЧНИМИ СЦЕНАРІЯМИ НА ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ
СТАН ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ**

Оцінено можливі зміни водних ресурсів України за різними сценаріями глобального потепління. Викладені підходи до використання отриманих результатів для оцінки впливу змін річкового стоку на гідроекологічний стан північно–західної частини Чорного моря.

Ключові слова: зміни річкового стоку, сценарії потепління, північно-західна частина Чорного моря

Гідрологічні та гідрохімічні умови акваторії північно-західної частини Чорного моря формуються під домінуючим впливом річкового стоку Дунаю, Дніпра, Дністра та Південного Бугу. В залежності від кліматичних умов буде змінюватись об'єм припливу прісних вод до акваторії. Від характеристик річкового стоку залежить рівень трофності вод і просторові масштаби розвитку гіпоксії та аноксії в придонному шарі акваторії в весняно–літній період, що призводять до втрати значної кількості біоресурсів північно-західної частини Чорного моря (ПнЗЧМ). З річковим стоком у ПнЗЧМ надходить переважна кількість біогенних речовин, що спричиняє збільшення первинної продукції органічної речовини, зростання рівня трофності та сапробності вод, наслідком чого є збідніння біорізноманіття вод ПнЗЧМ та погіршення умов існування вищих гідробіонтів.

Річковий стік сприяє формуванню сезонного пікнокліну у весняно–літній період року, що перешкоджає газообміну між поверхневим та придонним шарами акваторії, унаслідок чого разом з збільшенням припливу органічної речовини у придонний шар є причиною виникнення дефіциту кисню в придонному шарі акваторії. Отже, коливання річкового стоку, викликані зміною клімату, приводять до значної мінливості площ розвитку гіпоксії в ПнЗЧМ.

У останні десятиріччя відбувається зміна гідрологічного режиму річок України, обумовлена, насамперед, зростанням температур повітря [1, 3, 9]. Згідно з кліматичним сценарієм, розробленим на основі моделей атмосферної циркуляції, вплив глобального потепління на водний режим річок України буде зростати [8]. Сценарні кліматичні зміни будуть впливати на гідрологічний та гідрохімічний режими, екологічний стан вод ПнЗЧМ, насамперед, через зміну кількісних характеристик стоку річок.

Метою роботи є оцінка можливих змін гідрологічного та гідрохімічного режимів, первинну продукцію вод ПнЗЧМ за зміни водності великих річок.

Матеріал і методи досліджень

Розроблено математичну модель типу “клімат–стік”, за якою цінюють стан водних ресурсів річок рівнинної території та її гірських частин [2, 4, 5]. Модель “клімат –стік” розглядає процес формування водних ресурсів у ланцюгу “клімат – кліматичний стік – підстильна поверхня – природний стік – водогосподарська діяльність – побутовий стік”. Оскільки модель базується на метеорологічній інформації, то оцінку водних ресурсів за глобального потепління можна виконати на базі відповідних сценаріїв [10]. У роботі використані дані прогнозів за сценаріями глобального потепління, адаптованими для території України [8].

Для оцінки впливу кліматичних змін на гідроекологічний режим морських вод розроблена та адаптована до умов ПнЗЧМ числова тривимірна нестационарна модель евтрофікації вод шельфових морських екосистем [6, 7].

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно моделі “клімат-стік” визначені водні ресурси великих річок України за сценаріями глобального потепління CCCM, GISS, GFDL, UKMO за умови одночасного та поступового (нестационарна модель GFDL) подвоєння концентрацій забруднюючих газів в атмосфері.

Характеристики стоку великих річок, басейни яких розташовані у декількох географічних зонах та висотних поясах, розраховували як середню зважену по площі величину. Перед цим зміни кліматичних факторів та стоку за кліматичними сценаріями визначалися для кожної зони або поясу окремо. Розглянуті кліматичні сценарії (CCCM, GISS, GFDL, UKMO) відрізняються прогнозами співвідношень ресурсів тепла та вологи. За усіма сценаріями відбувається зростання середніх багаторічних опадів у лісовій та лісостеповій зонах України. У зоні степу за сценаріями CCCM та GISS прогнозується зменшення річних опадів. Зростання температур повітря прогнозується за усіма розглянутими сценаріями.

За сценаріями одночасного подвоєння концентрацій забруднюючих газів у атмосфері найбільш важкі наслідки потепління (для водних ресурсів) будуть спостерігатися за сценаріями CCCM та GISS. Зменшення водних ресурсів р. Південний Буг досягне 39%, р. Дністер та Дніпро – 25–26%, р. Дунай – 31–32% (табл. 1).

Таблиця 1

Зміна водних ресурсів великих річок України за сценаріями глобального потепління

Сценарій	Дністер		Південний Буг		Дніпро		Дунай	
	\bar{Y}_K , мм	$\Delta \bar{Y}_K$, %	\bar{Y}_K , мм	$\Delta \bar{Y}_K$, %	\bar{Y}_K , мм	$\Delta \bar{Y}_K$, %	\bar{Y}_K , мм	$\Delta \bar{Y}_K$, %
0 (вихідний стан)	147	–	49	–	105	–	285	–
CCCM	108	-26,5	30	-38,8	78	-25,7	197	-30,8
GISS	108	-26,5	30	-38,8	78	-25,7	191	-33,0
GFDL	115	-21,8	37	-24,5	88	-16,2	218	-23,5
UKMO	110	-25,2	32	-34,7	86	-18,1	203	-28,7
Нестационарна модель GFDL								
GFDL (2000-2010)	148	0,68	46	-6,12	127	21	245	-14,0
GFDL (2030-2040)	98	-33,3	28	-42,9	73	-30,5	203	-28,8
GFDL (2070-2080)	68	-53,7	18	-63,3	55	-47,6	133	-53,0

Згідно моделі UKMO при одночасному подвоєнні концентрації CO_2 найменше зниження водних ресурсів має спостерігатися у р. Дніпро (18%), найбільше – у р. Південний Буг (35%). У р. Дунай зниження річного стоку досягне 29%, у р. Дністер – 25%.

За нестационарною моделлю GFDL за період 2000–2010 рр. значних змін водних ресурсів річок Дністер та Південний Буг не відбудеться. Водні ресурси р. Дніпро зростуть на 21%, що підтверджується даними спостережень. Середній багаторічний стік річки Дунай зменшиться на 14%. До кінця 2030–2040 рр. буде відбуватися зменшення водних ресурсів усіх великих річок України, яке досягне 43% для р. Південний Буг як найбільш маловодної, 22% для р. Дунай і близько 30% для річок Дністер та Дніпро. До 2080 р. руйнівної межі (зменшення середнього багаторічного стоку на 50%) досягнуть усі великі річки України.

Модель евтрофікації шельфової зони включає до себе окремі блоки. З метою верифікації термодинамічного блоку моделі евтрофікації вод були реалізовані числові експерименти з моделювання мінливості термохалінної структури вод ПнЗЧМ на відрізках часу з березня до жовтня (вегетаційний період) для років різної водності щодо річкового стоку. Отримані результати

узгоджуються з даними натурних спостережень та традиційними уявленнями про особливості сезонної мінливості гідрологічної структури вод досліджуваної акваторії, які висловлені в численних літературних джерелах. Зокрема гідротермодинамічний блок моделі адекватно описує створення та руйнування сезонного термокліну, динаміку верхнього квазіоднорідного шару, особливості розповсюдження трансформованих річкових вод за різних гідрометеорологічних умов для років різної водності річок, розвиток в літній період вітрового прибережного апвелінгу, просторово-часову мінливість термохалінної структури вод в цілому.

Висновки

Математична структура блоку евтрофікації узгоджується з відомими зарубіжними аналогами і дозволяє вирішувати задачі прогнозування змін рівня трофності, продуктивності, кисневого режиму шельфових морських вод при зміні зовнішніх навантажень на екосистему.

В подальшому планується проведення числового моделювання просторово-часової мінливості гідрологічних і гідрохімічних характеристик вод ПнЗЧМ з використанням як вхідної інформації розрахованих за різними кліматичними сценаріями годографів річкового стоку.

1. Вишневецький В.І. Гідрологічні характеристики річок України / Вишневецький В.І., Косовець О.О. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – 324 с.
2. Гопченко Е.Д. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Монография / Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. – К.: КНТ. – 2005. – 188 с.
3. Лобода Н.С. Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань на гідрометеорологічні характеристики України / Лобода Н.С., Коробчинська А.О. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Відп. редактор Хільчевський В.К. – К. ВГЛ "Обрії". – Т.18. – С. 84–91.
4. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния / Н.С. Лобода– Одеса: Екологія, 2005. – 208 с.
5. Лобода Н.С. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках / Лобода Н.С., Гопченко Е.Д. – Одеса: Екологія, 2006. – 200 с.
6. Тучковенко Ю.С. Моделирование эвтрофикации вод северо-западной части Черного моря // Математические машины и системы / Тучковенко Ю.С., Торгонская О.А. – К.: ИПММС НАНУ. – 2007. – №1. – С. 111–116
7. Тучковенко Ю.С. Моделирование процессов формирования качества вод северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа / Тучковенко Ю.С., Иванов В.А. – Севастополь: НАН Украины, МГИ. – 2007. – Вып. 15. – С. 304–325.
8. Україна та глобальний парниковий ефект. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до змін клімату / за ред. В.В. Васильченка, М.В. Рапцуна, І.В. Трофімової. –Т.2. – К.. Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998. – 206 с.
9. Хільчевський В.К. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.А. Ромась, В.В. Гребін [та ін.]. – К.:Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
10. Loboda N.S. The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence // Proceedings of The Second International Conference on Climate and Water/ N.S. Loboda. – Espoo, Finland, Edita Ltd, Helsinki. – 1998. – Vol. 3. – P. 1486–494.

Н.С. Лобода, Ю.С. Тучковенко

Одесский государственный экологический университет, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЧНОГО СТОКА ЗА КЛИМАТИЧЕСКИМИ СЦЕНАРИЯМИ НА ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Дана оценка возможных изменений водных ресурсов Украины по разным сценариям глобального потепления. Изложены подходы к использованию полученных результатов для оценки влияния изменений речного стока на гидроэкологический режим северо-западной части Черного моря

Ключевые слова: изменения речного стока, сценарии потепления, юго-западная часть Черного моря.

N.S. Loboda, Ju.S. Tuckovenko

Odesa State ecological University, Ukraine

RESEARCH OF RIVER RUN-OFF CHANGES IMPACT ACCORDING TO CLIMATE SCENARIOS ON HYDROECOLOGICAL CONDITION OF NORTH-WESTERN PART OF BLACK SEA

Possible changes of Ukrainian water resources were estimated according to different global warming scenarios. The approaches were stated to use received results for impact assessment of river discharge changes on hydrological and ecological regime of North-Western part of Black Sea.

Key words: river run-off changes, warming scenarios, North-Western part of Black Sea

УДК 582.261.1:574.587:581.4(262.5)

А.М. ЛЯХ, Е.Л. НЕВРОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
просп. Нахимова, 2, Севастополь, 99011

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОХАРАКТЕРИСТИК БЕНТОСНЫХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПО АКВАТОРИЯМ БУХТ ЛАСПИ И СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

В бухте Севастопольской диатомовые водоросли с экстремальными величинами морфохарактеристик преобладали на станциях, расположенных преимущественно вдоль южной стороны акватории и в устье реки Черной. В бухте Ласпи прослежено влияние пространственная неоднородности донных осадков на морфохарактеристики бентосных диатомей.

Ключевые слова: бентосные диатомовые водоросли, пространственное распределение, морфометрические характеристики

Донные диатомовые Черного моря изучаются более ста лет, но, несмотря на значительное количество публикаций, информация о морфометрических параметрах бентосных микроводорослей у Крымского побережья отсутствует. Точное определение таких важнейших морфохарактеристик, как объем и площадь поверхности клеток, необходимо для понимания закономерностей формирования пространственно-временной структуры донных сообществ и оценки их функционального состояния.

Целью работы была апробация новой методики применения трехмерных геометрических моделей для оценки морфохарактеристик микроводорослей на примере бентосных диатомовых побережья Крыма. Работа сфокусирована на анализе особенностей пространственного распределения таксоцены бентосных диатомовых водорослей по акваториям бухт Ласпи и Севастопольской.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили данные о плотности поселения и размерах (длина, ширина и высота клеток) массовых видов донных диатомовых, обнаруженных на рыхлых грунтах юго-западного побережья Крыма, в акваториях бухт Ласпи (июнь 1996 г.; 30 станций) и Севастопольская (июль 2001 г.; 31 станция).

Методика отбора и обработки проб донных диатомовых детально описана в работе [4]. Объемы и площади поверхностей диатомовых водорослей определялись методом “истинных объемов”, путем аппроксимации форм клеток трехмерными геометрическими моделями, которые создавались по изображениям диатомовых, при помощи программы 3D-Diatoms, по алгоритмам, описанным в работах [1, 2, 5, 9]. По значениям объемов и поверхностей клеток рассчитаны их удельные поверхности, а также средние (средневзвешенные) и суммарные значения указанных морфохарактеристик всех диатомовых, обнаруженных на каждой станции. Для исследования пространственного распределения применен кластерный анализ с вычислением среднегрупповой связи между станциями по значениям морфохарактеристик [8]. Сходство станций оценено по коэффициенту Брей-Куртиса. Границы выделенных кластеров сопоставлены с границами подводных ландшафтных комплексов (ПЛК) бухты Ласпи [10] и значениями абиотических факторов в бухте Севастопольская: глубиной, фракциям грунта, уровнем токсических соединений, кислородными условиями в грунтах [6] и типами донных осадков [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Морфохарактеристики бентосных диатомовых Севастопольской бухты. Отмечено гетерогенное распределение величин суммарных (суммарные значения объемов и площадей поверхностей таксоцены диатомовых одной станции) и средних (средние значения объемов, площадей поверхностей и удельных поверхностей таксоцены диатомовых одной станции) значений морфопараметров диатомовых по акватории Севастопольской бухты. По результатам кластерного анализа суммарных и средних значений морфохарактеристик диатомовых выделено три комплекса станций на уровне 86% сходства. Первый комплекс включает станции с наименьшими величинами

средних объемов и площадей поверхности – 3611 мкм^3 и 1920 мкм^2 и наибольшей средней удельной поверхностью – $0,759 \text{ мкм}^{-1}$. Этот комплекс пространственно приурочен к кутовой части Севастопольской бухты и бухтам Северной и Мартыновой. Второй кластер содержит станции с максимальными значениями средних объемов и поверхностей, соответственно 19962 мкм^3 и 4777 мкм^2 , и минимальной удельной поверхностью: $0,487 \text{ мкм}^{-1}$. Станции кластера располагались в кутовой части Севастопольской бухты, кутовой и центральной частях бухты Южной, бухтах Артиллерийской, Килен и Сухарной. Станции третьего кластера имели промежуточные значения морфохарактеристик: 9655 мкм^3 , 3223 мкм^2 и $0,511 \text{ мкм}^{-1}$. Они преимущественно располагались в центральной и северной частях Севастопольской бухты.

Сопоставление положения выделенных кластеров морфопараметров диатомовых с кластерами абиотических факторов [6] показало отсутствие взаимосвязи между ними. Сравнительный анализ распределения морфохарактеристик донных диатомовых с типами донных осадков [3] также не выявил явных взаимосвязей. В целом, станции с экстремальными (максимальными и минимальными) значениями средних объемов и площадей поверхности диатомовых водорослей приурочены к изолированным частям главной Севастопольской бухты – небольшим бухточкам, расположенным преимущественно вдоль южной стороны акватории: бухтам Мартыновой, Артиллерийской, Северной, Сухарной, Килен, кутовой и центральной частям бухты Южной, а также к устью реки Черной. Станции с промежуточными значениями морфохарактеристик, напротив, в большей степени сгруппированы в центральной и северной частях исследованной акватории.

Морфохарактеристики бентосных диатомовых бухты Ласпи. По результатам кластерного анализа суммарных и средних по станциям морфохарактеристик бентосных диатомовых, все станции в акватории бухты Ласпи разделены на уровне 85% сходства на три комплекса, характеризующиеся следующей пространственной структурой. Комплекс с преобладанием крупных клеток (средними объем 5340 мкм^3 , поверхность 2006 мкм^2 , удельная поверхность $0,693 \text{ мкм}^{-1}$) расположен в центральной и глубоководной (глубже 20–40 м) частях акватории. Комплекс с клетками средних размеров (2096 мкм^3 , 1354 мкм^2 , $1,044 \text{ мкм}^{-1}$) находится в центральной-восточной и периферийных областях бухты. Станции, где встречены мелкие клетки (849 мкм^3 , 620 мкм^2 , $1,141 \text{ мкм}^{-1}$), мозаично распределены вдоль южного берега бухты на глубинах до 10 м.

Сопоставление полученных в ходе исследования кластеров с границами выделенных ранее ПЛК [10] показало их достаточно близкое соответствие. В центральной и глубоководной частях бухты с песчаным и илисто-песчаным типом грунта преобладали более крупные клетки диатомовых как с высокими суммарными, так и с высокими средними значениями объемов и площадей поверхности. Максимальные суммарные и максимальные средние объемы и площади поверхности микроводорослей зафиксированы на участке в центральной части бухты, приуроченном к зарослям zostеры на илисто-песчаном субстрате со значительной примесью битой ракушки. Величины объемов и площадей поверхности клеток снижались по направлению от центральной части акватории к периферийным участкам, причем более сильное изменение средних величин морфохарактеристик наблюдалось от центра к прибрежным участкам с гравийными, галечными, валунными и смешанными типами грунтов. Наиболее мелкие клетки обнаружены на прибрежных участках акватории, покрытых скально-валунным субстратом.

Как было показано ранее [7, 10], в пределах акватории бухты Ласпи формируются несколько четко разделяемых ПЛК. При формировании каждого из них состав и структура грунта выступают в качестве одного из ведущих факторов. Учитывая это, возможные корреляции между морфометрическими параметрами донных диатомовых и пространственными границами ПЛК бухты Ласпи в основном определяются неоднородностями гранулометрического состава донных отложений. На илистых, илисто-песчаных и песчаных участках дна морфохарактеристики диатомовых водорослей были выше, чем на остальных участках бухты. Так как отложение и распределение донных осадков по акватории бухты связано с гидродинамическим режимом [7], то последний также косвенно влиял на морфохарактеристики диатомовых. На станциях приуроченных к гидродинамически спокойным участкам акватории, где концентрируются илистые, илисто-песчаные и песчаные отложения (центральная и глубоководная части бухты, а также участок за пирсом), морфометрические характеристики диатомовых были выше. На станциях расположенных в областях высокой гидродинамической нагрузки (прибрежная зона, восточная глубоководная область свала глубин, находящаяся под влиянием вдольберегового течения), где в составе донных

отложений присутствовали галька и ракушка, морфохарактеристики диатомовых имели более низкие величины.

1. Лях А. М. Геометрическое моделирование диатомовых водорослей рода *Cymbella* Agardh / А. М. Лях // Экология моря. – 2007. – Вып. 74. – С. 50–55.
2. Лях А. М. Оценка объемов и площадей поверхности диатомовых водорослей при помощи трехмерных моделей / Лях А. М., Токарев Ю. Н. // Морской экологический журнал. – 2005. – Отд. вып. №1. – С. 69–77.
3. Миронов О. Г. Нефть и состояние бентосных сообществ в Севастопольских бухтах / О. Г. Миронов, Л. Н. Кирюхина, А. С. Алемов // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу / Под. ред. Е. В. Павловой, Н. В. Шадрина. – Севастополь: Изд. Аквавита, 1999. – С. 176–193.
4. Неврова Е. Л. Видовой состав таксоценоза бентосных диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) бухты Ласпи (Черное море, Украина) / Е. Л. Неврова, Н. К. Ревков // Альгология. – 2003. – Т. 13, № 3. – С. 269–282.
5. Неврова Е. Л. Новые и редкие для Черного моря виды донных диатомовых (*Bacillariophyta*) и определение их биомассы с помощью трехмерного моделирования / Неврова Е. Л., Лях А. М. // Экология моря. – 2006. – Вып. 72. – С. 30–37.
6. Петров А. Н. Многомерный анализ распределения бентосных диатомовых (*Bacillariophyta*) в поле градиентов абиотических факторов в Севастопольской бухте (Черное море, Крым) / А. Н. Петров, Е. Л. Неврова, Л. В. Малахова // Морской экологический журнал. – 2005. – Т. 4, № 3. – С. 65–77.
7. Шалыпин В. К. Общая характеристика гидролого-гидрометеорологического режима и его влияние на формирование донных ландшафтов бухты Ласпи (ЮБК) / Шалыпин В. К., Петров А. Н. // Тез. докладов Всес. конф. «Методология экологического нормирования». – Харьков, 1990 – Ч. 1. – С. 138–139.
8. Clarke K.R. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation / Clarke K.R., Warwick R.M. – Plymouth : PRIMER-E, 2001. – 154 p.
9. Lyakh A. A new method for accurate estimation of diatom biovolume and surface area / A. Lyakh // Proc. of the 1st Central European Diatom Meeting 2007. Kusber W.-H., Jahn R. (ed.). Botanical Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin. Berlin, 2007. – P. 113–116.
10. Petrov A. Long-term comparative observation of changes in the coastal environment of Lapi Bay (the Black Sea) caused by recreational and hydrotechnical constructions / A. Petrov // Large-scale construction in coastal environment. Inter. Symp. Nordemay, Germany, 1997. – Vol. 1. – P. 47–49.

А.М. Лях, Е.Л. Неврова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ МОРФОХАРАКТЕРИСТИК БЕНТОСНИХ ДІАТОМОВИХ ВОДОРОСТЕЙ В АКВАТОРІЯХ БУХТ ЛАСПІ І СЕВАСТОПОЛЬСЬКОЇ (ЧОРНЕ МОРЕ)

У Севастопольській бухті діатомові водорості з екстремальними величинами морфохарактеристик переважали на станціях, розташованих переважно вздовж південної сторони акваторії і в гирлі ріки Чорної. У бухті Ласпі виявлений вплив просторової неоднорідності донних відкладень на морфохарактеристики бентосних діатомей.

Ключові слова: бентосні діатомові водорості, просторовий розподіл, морфометричні характеристики

A.M. Lyakh, E.L. Nevrova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SPATIAL DISTRIBUTING OF MORFOKHAARAKTERISTIK OF BENTHOS DIATOMACEOUS ALGAE ON AQUATORIUMS OF BAYS OF LASPI AND BY SEVASTOPOL (BLACK SEA)

The spatial distribution of benthic diatoms morphometric values in two Black Sea bays (SW coast of Crimea) was studied. The benthic diatoms with extreme morphometric values were mainly concentrated along the southern part of Sevastopol Bay. In Laspy Bay the spatial distribution of benthic diatoms morphometric values was correlated with spatial heterogeneity of bottom sediments.

Key words: benthos diatomaceous water-plants, spatial distributing, morphometric descriptions

УДК 574.587 (262.5)

М.В. МАКАРОВ, Л.В. БОНДАРЕНКО, В.Г. КОПИЙ, Н.Г. ЗИНЬКОВСКАЯ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

МАКРОЗООБЕНТОС ЕСТЕСТВЕННЫХ ТВЁРДЫХ СУБСТРАТОВ БУХТЫ КАРАНТИННАЯ (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Проведено исследование макроперифитона скал бухты Карантинная. Обнаружено 40 видов макрозообентоса, относящихся к 6 классам. Максимальная численность и биомасса макроперифитона приходится на апрель-июнь. С глубиной обилие и биомасса макрозообентоса в целом уменьшаются.

Ключевые слова: макрозообентос, макроперифитон, естественные твёрдые субстраты, сезонная динамика, вертикальное распределение

Естественные твёрдые субстраты широко распространены вдоль крымского побережья Чёрного моря. К ним относятся, в частности, скальные поверхности. Фауна скального субстрата изучена лишь в акватории Карадага. Как было отмечено ранее [11], население данного биотопа является характерным для зарослей цистозеры, голые скалы обычно очень бедны. К основным видам комплекса, населяющего скалы в данном районе, относят представителей моллюсков, ракообразных и полихет. Больше всего работ связано с изучением таксоцена Gastropoda [6, 7, 9, 10, 11]. Тем не менее, качественный состав, количественная характеристика, роль отдельных групп и видов в обрастаниях естественных твёрдых субстратов побережья Крыма изучены недостаточно.

Целью наших исследований является изучение фауны скал бухты Карантинная. Макрозообентос бухты до настоящего времени не изучали, за исключением брюхоногих моллюсков мидийной фермы, расположенной в её устье [5]. Впервые изучена сезонная динамика численности и биомассы макрозообентоса скального биотопа у крымского побережья.

Материал и методы исследований

С февраля 2008 г. по февраль 2009 г. у северо-восточного побережья бухты Карантинная (район Севастополя, Чёрное море) 1 раз в 2–4 месяца, но не реже 1 раза в сезон брали пробы макрозообентоса в обрастаниях скал. Материал отбирали в 2-х повторностях с площади $0,04 \text{ м}^2$ с помощью рамки, обшитой мельничным газом, на глубинах 1 м, 3 и 5 м. Взято 32 пробы.

В лабораторных условиях их промывали через сито диаметром ячеек 0,5 мм и фиксировали 4% раствором формальдегида. Затем материал разбирали по группам: Mollusca, Polychaetae и Crustacea. Прочие (Olygochaetae и личинки Chironomidae) не определяли. При описании количественного развития фауны использованы показатели численности (N , экз. $\cdot\text{м}^{-2}$), биомассы (B , $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$), встречаемости (P , %) и индекса плотности (ИП).

Результаты исследований и их обсуждение

На скальном грунте бухты Карантинная в результате съёмки 2008–2009 гг. обнаружено 40 видов макрозообентоса, относящихся к классам Bivalvia, Gastropoda, Crustacea и Polychaeta, а также Olygochaetae и Chironomidae. Двустворчатые моллюски представлены 3 видами (8% от общего числа отмеченных нами видов макрозообентоса), гастроподы – 8 (20%), полихеты и ракообразные насчитывают 12 (30%) и 17 (42%) видов соответственно. По численности, биомассе и встречаемости во все сезоны и на всех глубинах явно доминирует двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus* (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав и количественное развитие макрозообентоса скал бухты Карантинная

Вид	$N_{\text{ср.}}, \text{экз.}\cdot\text{м}^{-2}$	$B_{\text{ср.}}, \text{г}\cdot\text{м}^{-2}$	$P, \%$
<u>Mollusca</u>			
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	40	0,19	44
<i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803)	1	0,01	3
<i>Gibbula adriatica</i> (Linné, 1758)	2	0,12	11
<i>Odostomia eulimoides</i> (Hanley, 1844)	2	0,01	6
<i>Rissoa membranacea</i> Adams, 1797	2	0,01	3

Продолжение таблицы 1			
<i>R. parva</i> (Da Costa, 1779)	2	0,01	3
<i>R. splendida</i> Eichwald, 1830	22	0,21	35
<i>Tricolia pullus</i> (Linneaus, 1758)	45	0,74	56
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	75	6,43	44
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1790)	1110	108,86	100
<i>Cardium</i> gen. sp.	2	0,01	6
<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linne, 1767)	21	0,1	47
<u>Annelidae</u>			
<i>Eulalia viridis</i> (Linne, 1767)	1	0,01	3
<i>Haplosyllis spongicola</i> (Grube, 1855)	2	0,01	6
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1879)	1	0,03	3
<i>Lysidice ninetta</i> (Audouin et M.-Edwards, 1833)	2	0,01	6
<i>Nematonereis unicornis</i> (Grube, 1840)	2	0,01	6
<i>Nereis zonata</i> (Malmgren, 1867)	67	0,86	55
<i>Pholoe synophthalmica</i> (Claparede, 1868)	2	0,05	8
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin et M.-Edwards, 1834)	54	0,5	53
<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	52	0,19	33
<i>Pomatoceros triqueter</i> (Linne, 1767)	1	0,01	3
<i>Schistomeringos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)	1	0,01	3
<i>Typosyllis hualina</i> (Grube, 1863)	13	0,03	28
<i>Olygochaetae</i>	13	0,01	19
<u>Arthropoda</u>			
<i>Apherusa bispinosa</i> Bate, 1857	8	0,01	16
<i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826	38	0,13	59
<i>Caprella liparotensis</i> Haller, 1879	3	0,01	9
<i>Caprella acanthifera ferox</i> Czernjavski, 1868	15	0,01	19
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	2	0,01	6
<i>Erichthonius difformis</i> M.- Edwards, 1830	10	0,01	13
<i>Hyale pontica</i> Rathke, 1837	10	0,04	19
<i>Hyale schmidtii</i> Heller, 1866	37	0,07	25
<i>Jassa ocia</i> Bate, 1862	1	0,01	3
<i>Leptochelia savignyi</i> Kroyer, 1842	13	0,01	28
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A.Costa, 1853	3	0,01	6
<i>Naesa bidentata</i> (Adams, 1800)	1	0,01	3
<i>Nannastacus euxinicus</i> Bacescu, 1951	1	0,01	3
<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	1	0,0040	3,1
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	29	0,0051	37,5
<i>Synisoma capito</i> (Rathke, 1837)	5	0,0412	18,8
<i>Tanais cavolini</i> Milne-Edwards, 1829	1	0,0015	3,1
<i>Chironomus</i> gen. sp.	4	0,01	11
Итого	1717±51	118,78±5,02	

Таким образом, сообщество обрастаний скал бухты Карантинная можно считать монодоминантным. Индекс плотности *M. lineatus* составляет 104,3. Остальные виды явно уступают митилястеру по всем показателям. К числу субдоминантов можно отнести двустворчатого моллюска *M. galloprovincialis* (ИП=16,8), полихету *N. zonata* (7,4) и брюхоногого моллюска *T. pullus* (6,4). Согласно классификации В.П. Воробьева [1], виды, имеющие встречаемость более 50%, считаются константами. К таковым относятся уже упомянутые *M. lineatus*, *N. zonata* и *T. pullus*, а также бокоплав *A. ramondi* и полихеты *P. dumerilii* и *P. pictus*. Они характерны для различных биотопов [2, 10]. Остальные виды в данном сообществе являются характерными или редкими. Среди моллюсков по числу видов преобладают Gastropoda, по численности и биомассе – Bivalvia. Брюхоногие моллюски *C. tubercularis* и *O. eulimoides* являются редкими и малочисленными в других, более изученных биотопах (рыхлых грунтах, макрофитах), а *R. membranacea* ранее не была отмечена на скальном субстрате у побережья Крыма [6, 10]. Ракообразные представлены амфиподами, изоподами, кумовыми и танаидовыми раками. Наибольшее количество видов (10) отмечено у Amphipoda, доминирующих также по численности (368 экз.·м⁻²) и биомассе (0,29 г·м⁻²).

Приведенные данные превышают таковые трёх других отрядов в десятки раз. Наиболее высокие показатели встречаемости, численности и биомассы у *A. ramondi*, *H. schmidtii*, *S. monoculoides* – видов, обычных для зарослей макрофитов [8]. В исследуемом биотопе обнаружено 12 видов полихет. Среди них, как по численности, так и по биомассе доминирует *N. zonata*, по встречаемости – *P. dumerilii*.

Трофическая структура сообщества разнообразна и представлена: фитофагами (13 видов или 36% от их общего числа), детритофагами (5 видов; 14%), хищниками, включая падальщиков (4 вида; 11%), сестонофагами (3 вида; 8%), брюхоногий моллюск *O. eulimoides* является эктопаразитом. Смешанное питание имеют 6 видов (17%), у 4 видов (11%) спектр питания неизвестен [2, 10].

В сезонной динамике численности макрופерифитона бухты Карантинная выделяется апрельский максимум, когда обилие всех исследованных классов высокое, а у Crustacea и Polychaetae+Oligochaetae оно наибольшее.

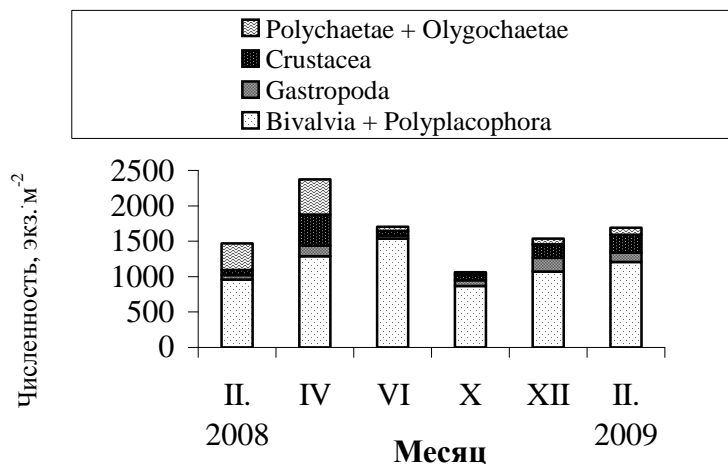


Рис. 1. Сезонная динамика численности основных групп макрозообентоса скал бухты Карантинная

Относительно высокие количественные показатели ракообразных весной объясняются их биологией. Пики размножения бокоплавов отмечены весной и осенью, а изопод, кумовых и танаидовых раков – весной и летом, т. е. весной размножаются представители всех отрядов ракообразных. Сроки размножения полихет варьируют с апреля по сентябрь. Для размножения *N. zonata* и *P. pictus* характерна лунная периодичность. В апреле пик численности Polychaetae связан с началом размножения этих массовых видов [3, 4]. Наибольшая численность Bivalvia отмечена в июне за счёт *M. lineatus*, а пик обилия Gastropoda приходится на декабрь из-за максимальной численности *B. reticulatum* и *T. pullus* в это время. Данные виды имеют растянутый во времени период размножения (конец весны–середины осени) и к декабрю, очевидно, у них заканчивается оседание личинок на субстрат [10].

Сезонная динамика биомассы макрופерифитона несколько отличается от таковой численности (рис. 2).

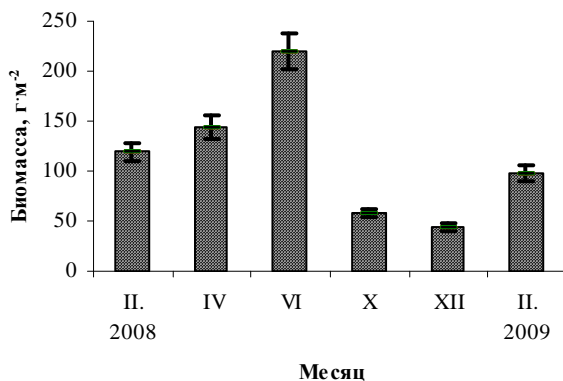


Рис. 2. Сезонная динамика биомассы макрозообентоса скал бухты Карантинная

Сезонные изменения биомассы макрופерифитона на 97% обусловлены динамикой данного показателя двусторонне. Вклад представителей остальных классов в сезонную динамику биомассы макрозообентоса крайне незначителен. Максимальная биомасса Bivalvia и всего макрופерифитона

зафіксована в лютому. Можливо, це пов'язано з підвищенням біомаси Crustacea і Polychaetae в квітні, Gastropoda – в лютому 2009 г.

З збільшенням глибини змінюються чисельність і біомаса макрозообентосу (рис. 3).

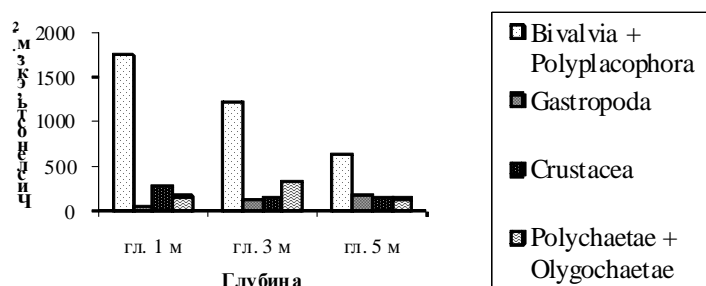


Рис. 3. Изменение численности основных классов макрозообентоса биотопа скал с глубиной

Выводы

В целом, численность макроперифитона с глубиной уменьшается, в основном за счёт двустворок. Почти в два раза снижается обилие ракообразных, а гастропод (особенно *B. reticulatum*), наоборот, повышается, что, возможно, связано с негативным воздействием прибойности. Зависимость численности полихет от глубины не выявлена.

Біомаса *Bivalvia* з глибиною різко зменшується, у інших груп вона коливається дуже незначительно.

Таким образом, макроперифитон бухты Карантинная представлен 40 видами, относящимися к 6 классам. Выявлена зависимость численности и биомассы представителей разных групп от сезона и глубины.

1. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря / В.П. Воробьев – Симферополь: Крымиздат, 1949. – 193 с.
2. Грезе И.И. Амфиподы Чёрного моря и их биология / И.И. Грезе. – К.: Наук. думка. – 1977. – 156 с.
3. Киселёва М.И. Бентос рыхлых грунтов Чёрного моря / М.И. Киселёва. – К.: Наук. думка, 1981. – 168 с.
4. Лосовская Г.В. Экология полихет Чёрного моря / Г.В. Лосовская – К.: Наук. думка, 1977. – 92 с.
5. Макаров М.В. Сезонная динамика Gastropoda на мидийной ферме в бухте Карантинная (Чёрное море) / М.В. Макаров // Экология моря. – 2005. – Вып. 68. – С. 53–56.
6. Макаров М.В. Gastropoda на каменистых россыпях и скалах в акватории Крыма (Чёрное море) / М.В. Макаров // Природничий альманах: зб. наук. праць. Сер. Біологічні науки. – Херсон, 2006 – Вып. 8. – С. 117–125.
7. Макаров М.В. Брюхоногие моллюски (Gastropoda) в эпифитоне и перифитоне акватории Карадагского природного заповедника: современное состояние и многолетние изменения / М.В. Макаров // Біологія ХХІ століття: теорія, практика, викладання: міжнар. наук. конф. Черкаси, Канів, 1–4 квітня 2007. – К.: 2007. – С. 155–157.
8. Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря / Е.Б. Маккавеева. – К.: Наук. думка, 1979. – 228 с.
9. Синегуб И.А. Макрофауна зоны верхней сублиторали скал в Чёрном море у Карадага / И.А. Синегуб // Карадаг. Гидробиол. иссл. Сб. научн. тр., посв. 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. – 2004. – Кн. 2. – Симферополь: СОНАТ. – С. 121–133.
10. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря / В.Д. Чухчин – К.: Наук. думка, 1984. – 176 с.
11. Шаронов И.В. Фауна скал и каменистых россыпей у Карадага // Тр. Карадагской биологической станции / И.В. Шаронов. – 1952. – Вып. 12. – С. 68–77.

М.В. Макаров, Л.В. Бондаренко, В.Г. Копій, Н.Г. Зіньковська

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

МАКРОЗООБЕНТОС ПРИРОДНИХ ТВЕРДИХ СУБСТРАТІВ БУХТИ КАРАНТИННА (КРИМ, ЧОРНЕ МОРЕ)

Досліджено макроперифітон скель бухти Карантинна. Знайдено 40 видів макрозообентосу, які відносяться до 6 класів. Максимальна чисельність і біомаса макроперифітону виявлені в квітні–червні. З глибиною чисельність і біомаса макрозообентосу в цілому зменшуються.

Ключові слова: макрозообентос, макроперифітон, природні тверді субстрати, сезонна динаміка, вертикальний розподіл

M.V. Makarov, L.V. Bondarenko, V.G. Copies, N.G. Zin'kovska
Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**MACROZOOBENTHOS OF NATURAL HARD SUBSTRATS OF BAY QUARANTINE
(CRIMEA, BLACK SEA)**

The macroperiphyton of stones in the Karantinnaya bay was investigated. The 40 species of macrozoobenthos, relating to 6 classes, were found. The maximum of abundance and biomass of macroperiphyton was found in april-june. On the whole, the abundance and biomass of macrozoobenthos were decreased when the depth was increased.

Key words: macrozoobenthos, macroperifiton, natural hard substrats, seasonal dynamics, vertical distributing

УДК 504.064.3:581.526.323(262.5)

Г.В. МАРИНЕЦЬ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

**ОСОБЛИВОСТІ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ
ФІТООБРАСТАННЯ АВАНДЕЛЬТИ ДУНАЮ ТА
ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ**

Розглянуто морфофункціональну організацію угруповань фітоперифітону авандельти Дунаю та Одеського узбережжя за результатами експедицій в 2009 році. Показано, що район авандельти Дунаю порівняно з Одеським узбережжям характеризується нижчою видовою різноманітністю фітоперифітону, але значно вищою екологічною активністю угруповань фітоперифітону та інтенсивністю продукційного процесу.

Ключові слова: фітоперифітон, морфофункціональні показники, евтрофування, авандельта Дуная, Одеське узбережжя

Нині актуальною залишається проблема евтрофування морських прибережних екосистем та контроль за його рівнем. Першочергового моніторингу якості водного середовища, як правило, потребують акваторії, де немає твердих природних ґрунтів з закріпленою водною рослинністю (портові акваторії та рекреаційні зони). У них твердий субстрат представлений гідротехнічними спорудами та конструкціями. Тому морфологічний портрет рослинності на твердих штучних субстратах, що мають фіксовану точку розташування, можна використовувати як “біологічний буй”.

Основним біотопом розвитку фітоперифітону в умовах авандельти Дунаю є поверхні навігаційних буїв, що мають постійні місця розташування, а для Одеського узбережжя – поверхні берегоукріплюючих споруд (траверсів), що можуть бути використані як станції біологічного моніторингу.

Метою роботи було порівняння морфофункціонального портрета фітообрастання авандельти Дунаю та Одеського узбережжя з використанням комплексу показників, заснованих на параметрах поверхні водоростей–макрофітів.

Матеріал і методи досліджень

Район авандельти Дунаю характеризується специфічними умовами, що пов'язані з високими концентраціями поживних речовин у річковому стоці і високим ступенем турбулентності. Район Одеського узбережжя є безпосереднім приймачем забруднень з суші в акваторіях, обмежених гідротехнічними спорудами. Цей район характеризується відносною мілководністю, сезонною мінливістю ступеня впливу річкового стоку, припливами і відпливами та згінно–нагінними явищами.

Порівняльним матеріалом послужили проби фітоперифітону, відібрані в 2009 р: червень і жовтень – авандельта Дунаю; червень, серпень і жовтень – Одеське узбережжя.

Проби відбирали з поверхні буїв (авандельта Дунаю) і берегоукріплюючих споруд (Одеське узбережжя) за допомогою спеціальної перифітонної рамки розміром 10х10 см, що була обшита

сітним газом. Всього у районі авандельти Дунаю відібрано 39 проб фітоперифітону, а у районі Одеського узбережжя – 90 проб.

Відбір та обробка проб фітоперифітону проводилася у відповідності з загальноприйнятими методами кількісного обліку водної рослинності [2, 4]. Для видової ідентифікації угруповань фітоперифітону використані спеціальні визначники [1, 3, 6]. При аналізі матеріалу були використані методи морфофункціональної оцінки макрофітів [7], розраховувалися коефіцієнти питомої поверхні (S/W) та індекси поверхні (ІП) відповідно до алгоритмів методик [8].

Для аналізу отриманого матеріалу був застосований метод рядів екологічної активності макрофітів (метод РЕА) [5]. Значення коефіцієнтів РЕА дозволяють проводити порівняльний аналіз екологічної активності угруповань, які ростуть у різних умовах і відрізняються флористичним складом.

Результати досліджень та їх обговорення

У районі авандельти Дунаю в складі угруповань фітоперифітону виявлено 13 видів водоростей (*Chlorophyta* – 7, *Rhodophyta* – 2, *Cyanophyta* – 3, *Baccilariophyta* – 1). У районі Одеського узбережжя у складі угруповань фітоперифітону – 15 видів водоростей (*Chlorophyta* – 9, *Rhodophyta* – 4, *Cyanophyta* – 1, *Baccilariophyta* – 1).

Основною схожістю флористичної структури двох районів дослідження є переважання в структурі угруповань представників зелених водоростей (до 55–60%) (рис. 1). Однак, частка червоних водоростей у районі Одеського узбережжя в 2 рази вище, ніж в районі авандельти Дунаю. Навпаки, район авандельти Дунаю відрізняється більшою різноманітністю синьо-зелених водоростей (рис.1).

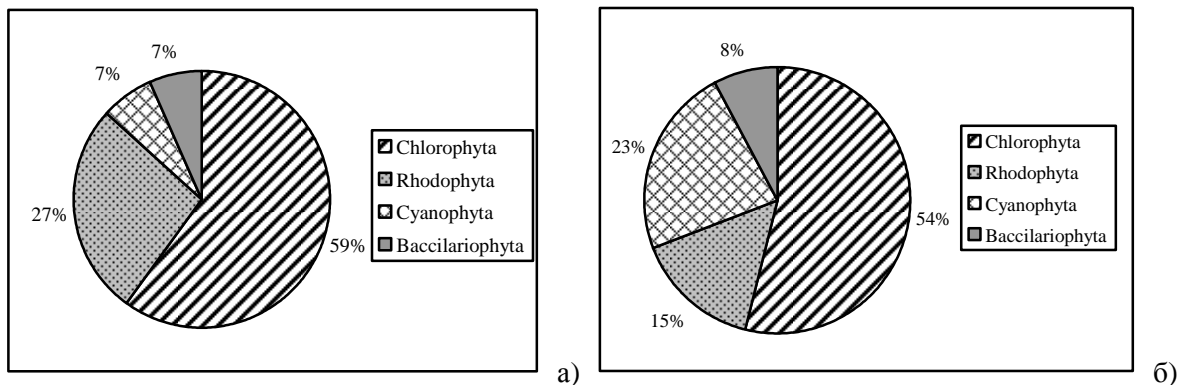


Рис. 1. Порівняльна характеристика флористичної структури угруповань фітоперифітону в районі авандельти Дунаю (а) та Одеського узбережжя (б)

Відмінності в абіотичних умовах порівнювальних районів, які формують інтенсивність первинно–продукційного процесу, відбилися на характеристиках рядів екологічної активності (РЕА) фітоперифітону. Середня величина питомої поверхні для видів, що увійшли до флористичного складу району авандельти Дунаю, має в 2 рази більші значення, ніж на Одеському узбережжі і становить $210,5 \pm 5,2 \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$ та $113,9 \pm 3,1 \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$ відповідно. Це свідчить про те, що авандельта Дунаю має вищий потенціал, здатний реалізовувати первинно–продукційний процес за сприятливих умов. Також вищими значеннями в авандельті Дунаю, ніж на Одеському узбережжі, характеризуються інші параметри РЕА (сума елементів, що входять до складу РЕА, мінімальне та максимальне значення) (рис. 2).

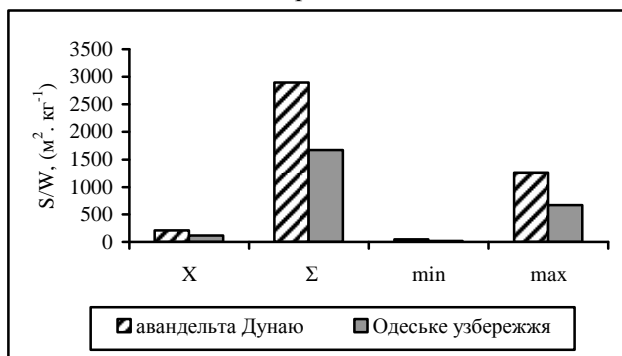


Рис. 2. Показники РЕА в районі авандельти Дунаю та Одеського узбережжя

Інтенсивність автотрофного процесу, яку відображають величини індексів поверхні (ІП) в районі авандельти Дунаю в середньому була в 2 рази вищою, ніж на Одеському узбережжі – відповідно 18,34 та 9,69 од. У період з червня до жовтня 2009 р. спостерігається зниження інтенсивності автотрофного процесу як у авандельті Дунаю, так і на Одеському узбережжі (рис. 3).

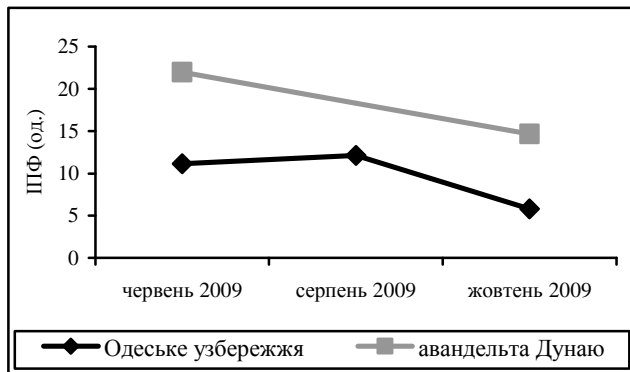


Рис.3. Сезонна динаміка індексів поверхні фітоценозів обростання порівнювальних районів

Висновки

В цілому за показниками поверхні фітоперифітона район авандельти Дунаю у відповідності до класифікації трофності середовища [9] можна оцінити як “гіпертрофний”, за категорією якості водних мас – “сильно брудний”, а район Одеського узбережжя за категорією трофності – “політрофний”, а за категорією якості водного середовища – “брудний”.

1. *Виноградова К.Л.* Определитель ульвовых водорослей морей СССР / К.Л. Виноградова. – Л.: Наука, 1974. – 164 с.
2. *Еременко Т.И.* Методы изучения морского фитобентоса / Т.И. Еременко // Руководство по методам биологического анализа донных отложений. – Л.: Гидрометиздат, 1980. – С. 166–176.
3. *Зинова А.Д.* Определитель зеленых, бурых и красных водорослей СССР/ А.Д. Зинова. – М., Л.: Наука, 1967. – 397 с.
4. *Калугина–Гутник А.А.* Исследования донной растительности с применением легководолазной техники / А.А. Калугина–Гутник // Морские подводные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 14 – 18.
5. *Косенко М.Н.* Сезонные ряды функциональной активности макрофитов Одесского залива / М.Н. Косенко / Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка., Сер. Біологі. – 2001. – С. – 79–80.
6. *Косинская Е.К.* Определитель морских синезеленых водорослей / Е.К. Косинская. – М., Л., 1948. – 278 с.
7. *Миничева Г.Г.* Показатели поверхности водорослей в структурно-функциональной оценке фитобентоса : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.17 “Гидробиология” / Г.Г. Миничева. – Севастополь; 1989. – 19 с.
8. *Миничева Г.Г.* Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г.Г. Миничева, А.Б. Зотов, М.Н. Косенко. – Одеса, 2003. – 37 с. (Препр. / АН Украины. Одесский филиал института биологии южных морей).
9. *Миничева Г.Г.* Использование показателей поверхности бентосных водорослей для экспресс-диагностики трофо-сапробионтного состояния прибрежных экосистем / Г.Г. Миничева // Альгология – 1998 б. – Т. 8, № 4. – С. 419–427.

А.В. Маринец

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ОСОБЕННОСТИ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФИТООБРАСТАНИЯ АВАНДЕЛЬТЫ ДУНАЯ И ОДЕССКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Рассмотрена морфофункциональная организация сообществ фитоперифитона авандельты Дуная и Одесского побережья по результатам экспедиций в 2009 году. Показано, что район авандельты Дуная по сравнению с Одесским побережьем характеризуется более низким видовым разнообразием фитоперифитона, но значительно высшей экологической активностью сообществ фитоперифитона и интенсивностью продукционного процесса.

Ключевые слова: фитоперифитон, морфофункциональные показатели, эвтрофирование, авандельта Дуная, Одесское побережье

A.V. Marinets

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE PECULIARITIES OF THE MORPHOFUNCTIONAL ORGANIZATION OF PHYTOOVERGROWTHS IN THE DANUBE AVANDELTA AND ODESSA COAST

The morphofunctional organization of phytoperiphyton communities of the Danube avandelta in comparison to the Odesa coast shows a lower species diversity of phytoperiphyton, however there is a much higher ecological activity of the phytoperiphyton and higher intensity of the production process.

Key words: phytoperiphyton, morphofunctional indices, eutrophication, Danube avandelta, Odesa coast

УДК [591.148:574.52:593.8(262.5)]

O.B. МАШУКОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

СЕЗОННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ГРЕБНЕВИКА-ВСЕЛЕНЦА *BEROE OVATA* MAYER 1912 (STENOPHORA: BEROIDA)

Выявлена сезонная динамика характеристик светоизлучения гребневиков *Beroe ovata* Mayer 1912. Наиболее высокие амплитудные показатели биолюминесценции наблюдаются у гребневиков в летний и осенний периоды. Зимний и весенний периоды характеризуются низкими показателями интенсивности светоизлучения берое. Сезонные различия в биолюминесценции гребневиков обусловлены как сезонной динамикой их биохимического состава, связанной со степенью обеспеченности их пищей, так и сезонными колебаниями температуры, а также сезонной динамикой потребления ими кислорода.

Ключевые слова: амплитуда и длительность светоизлучения, сезонная динамика, зоопланктон, Чёрное море

Успешное вселение *Beroe ovata* Mayer 1912 в Чёрное море оказало существенное влияние на изменение в пелагической экосистеме этого региона [2, 9, 12]. При этом сохранение популяции *B. ovata* в прибрежных водах – биотопе, где обитают их жертвы *M. leidy* [1], во многом обусловлено сезонной динамикой вида. Учитывая это обстоятельство, а также то, что биолюминесценция является экспрессивным показателем физиологического состояния организма [3], целью наших исследований явилось изучение сезонной изменчивости характеристик биолюминесценции гребневика *B. ovata* за период 2007–2009 гг.

Материал и методы исследований

Экспериментальные исследования провели с июня 2007 г. по октябрь 2009 г. в отделе биофизической экологии ИнБЮМ НАНУ. Одноразмерных (40 мм) гребневиков собирали вертикальными ловами сетью Джеди в прибрежной зоне г. Севастополя. Для экспериментов отбирали только неповреждённых особей без содержимого в гастроваскулярной полости. Свежевыловленных гребневиков помещали в ёмкости с профильтрованной (диаметр пор мембранных фильтров 35 мкм) морской водой объёмом 3–5 дм³, адаптируя в течение 2 ч в лаборатории к температуре, близкой к таковой *in situ* в данный период.

Для изучения биофизических характеристик *B. ovata* использовался приборный лабораторный комплекс “Свет” [5]. Биолюминесценцию ктенофор исследовали методом механической и химической стимуляции в дневное время при полной темноте [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ сезонной динамики характеристик светоизлучения *B. ovata* показал, что в весенний период амплитуда их биолюминесценции при разных видах стимуляции минимальна, составляя в мае не более $35,96 \pm 1,79 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² (рис. 1). В летнее время наблюдается повышение интенсивности их биолюминесценции до $537,6 \pm 26,88 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻², максимум которого зарегистрирован в июле. Амплитуда сигналов берое при этом достигала $1382,25 \pm 69,11 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². Вместе с тем,

необходимо отметить, что в летний период интенсивность светоизлучения гребневиков при механической стимуляции в 1,5 раза выше ($p < 0,05$) таковой при химической.

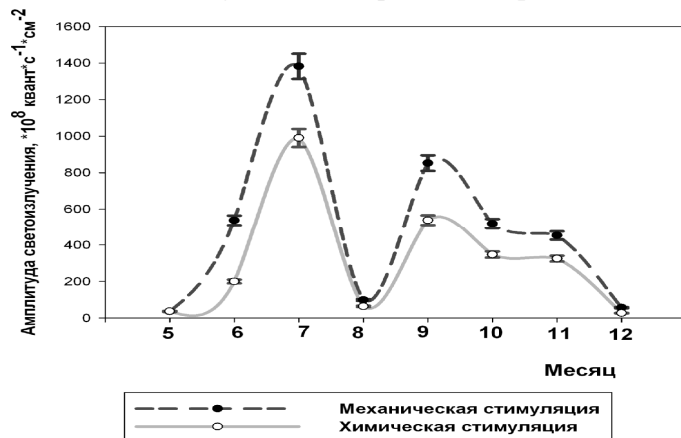


Рис. 1. Сезонная динамика амплитуды светоизлучения *B. ovata* при механической и химической стимуляции

Однако уже в августе амплитудно-энергетические показатели биолюминесценции гребневиков снижаются: до $98,75 \pm 4,93 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². В осенний период интенсивность светоизлучения гребневиков вновь возрастает, формируя в сентябре максимум интенсивности биолюминесценции с амплитудой, достигающей $852,56 \pm 42,62 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². Следующее после этого постепенное снижение интенсивности свечения достигает к декабрю почти 15-ти кратного уменьшения амплитуды по сравнению с осенним пиком, составляя $56,7 \pm 2,83 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при механической стимуляции и $27,01 \pm 1,35 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при химической.

Длительность сигналов гребневиков *B. ovata* в различные сезоны при обоих методах стимуляции также существенно изменялась (рис. 2). При этом наиболее короткие сигналы наблюдались у ктенофор в мае ($1,06 \pm 1,27$ с) и в декабре ($0,9 \pm 1,36$ с), а более продолжительные – в июле–августе, составлявшие $2,54 \pm 2,86$ с ($p < 0,05$).

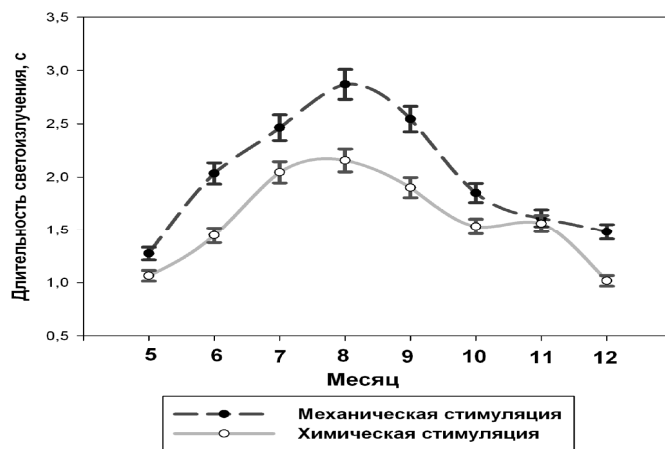


Рис. 2. Сезонная динамика длительности светоизлучения *B. ovata*

Причинами сезонной изменчивости характеристик биолюминесценции гребневиков, на наш взгляд, являются особенности сезонной динамики их химического состава, обусловленные разной обеспеченностью гребневиков пищей. Так состояние берое в зимне-весенний период в связи с значительным сокращением концентрации их пищи следует оценить как угнетённое [7]. Именно в данные периоды амплитуда светоизлучения гребневиков имеет самые низкие показатели. Однако, в раннеосенний период, особенно в сентябре, пищевые условия *B. ovata* наиболее благоприятны [11], когда происходит усиление биолюминесцентной активности ктенофор.

Другой причиной, объясняющей динамику интенсивности биолюминесценции гребневиков на протяжении года, является сезонное изменение их численности и биомассы, связанное с колебаниями температуры воды в Чёрном море. *B. ovata* по сравнению с другими желетелыми является видом, более чувствительным к перепадам температур [12]. Так, в зимний период наблюдается снижение температуры воды – до 6–7 °С. Поскольку эта температура является неблагоприятной для жизнедеятельности гребневиков, численность берое в этот период начинает монотонно уменьшаться до следующего периода размножения [11]. Именно в данный период по результатам наших исследований наблюдается снижение амплитудно-энергетических параметров светоизлучения берое.

Повышение температуры воды в весенний период (в мае до 16–18 °C) приводит к раннему появлению берое в пробах, однако показатели биолюминесценции гребневиков весной всё ещё низкие. В летний период: в июле повышение температуры до 20±2°C является благоприятной для увеличения численности и иных показателей жизнедеятельности берое [2], что обуславливает максимальные показатели его биолюминесценции.

При последующем увеличении температуры воды в летний период до 24–26°C, увеличивается численность популяции жертвы берое – мнемипсиса [8], максимальное значение которой наблюдается в августе [4], когда амплитуда светоизлучения берое резко снижается. В связи с снижением к осени температуры воды до 20°C в сентябре происходит второе увеличение численности популяции берое [2]. Именно в этот период регистрируется второй по интенсивности пик биолюминесценции этого гребневика. В период с середины октября по ноябрь, когда размножение берое достигает максимума, состояние гребневика можно оценить как угнетённое. Этому способствует снижение запаса пищи и массовый нерест берое. Эти факторы неблагоприятно сказываются как на функциональном состоянии *B. ovata*, и, как следствие, обуславливают снижение показателей его биолюминесценции в ноябре по сравнению с сентябрём в 2,5 раза ($p < 0,05$).

В позднеосенний период и до конца декабря, когда низкая биомасса жертвы берое – мнемипсиса не может обеспечить потребности *B. ovata* на поддержание и воспроизводство популяции, численность и биомасса популяции *B. ovata* резко снижается вплоть до полного исчезновения в планктоне [2, 7]. Именно в данный период амплитудно-энергетические показатели биолюминесценции *B. ovata* имеют самые низкие значения.

Выводы

Зарегистрированные нами сезонные отличия характеристик биолюминесценции гребневиков могут быть обусловлены также особенностями потребления ими кислорода, определяемые вариабельностью температур в различные периоды. Можно предположить, в частности, что наиболее интенсивное свечение у свежельовленных гребневиков в июле и второй пик в сентябре (когда температура воды достигает 20±2°C), обусловлены тем, что уровень потребления ими кислорода при данной температуре достигает максимальных значений [10]. При понижении температуры воды до 8±2°C в зимний период, снижается интенсивность потребления кислорода гребневиками *B. ovata*, что сказывается на уменьшении параметров их биолюминесценции в данный период до минимальных значений.

1. Верещака А.Л. Особенности микромасштабного распределения желетелого макропланктона в Чёрном море у побережья Геленджика (Август 2000 г.) / А.Л. Верещака // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 1. – С. 91–97.
2. Востоков С.В. Эколого-физиологические характеристики гребневика *Beroe ovata* в прибрежной зоне Чёрного моря: численность, биомасса, размерная характеристика популяции, поведение, питание и метаболизм / С.В. Востоков, Е.Г. Арашкевич, А.В. Дриц [и др.] // Океанология. – 2001. – Т. 41, № 1. – С. 109–115.
3. Машукова О.В. Вариабельность характеристик биолюминесценции черноморского гребневика *Beroe ovata* (Stenophora: Beroidea) в связи с условиями питания / Машукова О.В., Токарев Ю.Н. // Экология моря. – 2009. – Т. 77. – С. 23– 7.
4. Романова З.А. Стратегия размножения *Mnemiopsis leidyi* в прибрежных водах Чёрного моря / З.А. Романова, Г.И. Аболмасова, Г.А. Финенко // Морська гідробіологія. – 1991. – Т. 31, № 2. – С. 197–198.
5. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов / Ю.Н. Токарев. – ЭКОСИ: Гидрофизика. – Севастополь, 2006. – 342 с.
6. Токарев Ю.Н. Биолюминесценция черноморских гребневиков-вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* при механической и химической стимуляции / Ю.Н. Токарев, О.В. Машукова, В.И. Василенко // Экология моря. – 2008. – Т. 76. – С. 61–65.
7. Трофические взаимоотношения в планктонном сообществе Чёрного моря на современном этапе / [Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И., Аннинский Б.Е.] // Экология моря. – 2006. – Т. 71. – С. 50–54.
8. Хорошилов В.С. Сезонная динамика черноморской популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* / В.С. Хорошилов // Океанология. – 1993. – Т. 33, № 4. – С. 558–562.
9. Шушкина Э.А. Роль желетелого макропланктона: медуз аурелий, гребневиков мнемипсиса и берое в планктонных сообществах Чёрного моря / Э.А. Шушкина, Э.И. Мусаева, Л.Л. Анохина [и др.] // Океанология. – 2000. – Т. 40, № 6. – С. 859–861.
10. Anninsky B.E. Effect of starvation on the biochemical compositions and respiration rates of ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in the Black Sea / B.E. Anninsky, G.A. Finenko, G.I. Abolmasova, [et al.] // J. Mar. Biol. Assoc. – U.K., 2005. – Vol. 85, N 3. – P. 549–561.
11. Finenko G.A. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plancton community in Sevastopol Bay, the Black Sea / G.A. Finenko, Z.A. Romanova, G.I. Abolmasova [et al.] // J. Plankton Res. – 2003. – Vol. 25, N 5. – P. 539–549.

12. Shiganova T.A. The new invader *Beroe ovata* Mayer 1912 and its effect on the ecosystem in the northeastern Black Sea / T.A. Shiganova, Y.V. Bulgakova, S.P. Volovik [et al.] // Hydrobiologia. – 2001. – Vol. 451. – P. 187–197.

О.В. Машукова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СЕЗОННА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ БІОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕБРОПЛАВА-ВСЕЛЕНЦЯ *BEROE OVATA* MAYER 1912 (CTENOPHORA: BEROIDA).

Виявлена сезонна динаміка світловипромінювання реброплава *Beroe ovata* Mayer 1912. Найвищі амплітудні показники біолоумінесценції спостерігаються в гребневиків у літній і осінній періоди. Зимовий і весняний періоди характеризуються низькими показниками інтенсивності світловипромінювання берое. Сезонні відмінності в біолоумінесценції реброплава обумовлені як сезонною динамікою їх біохімічного складу, так і сезонними коливаннями температури, а також сезонною динамікою споживання ними кисню.

Ключові слова: амплітуда і тривалість світловипромінювання, сезонна динаміка, зоопланктон, Чорне море

O.V. Mashukova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SEASONAL VARIABILITY OF THE BIOLUMINESCENCE BLACK SEA CTENOPHORE-INTRODUCER *BEROE OVATA* MAYER 1912 (CTENOPHORA: BEROIDA)

Seasonal dynamics of light-emission characteristics of ctenophore *Beroe ovata* Mayer 1912 has been revealed. The highest amplitude parameters of the bioluminescence are observed in ctenophores during the summer and autumn periods. The winter and spring periods are characterised by low indicators of intensity of light-emission beroe. Seasonal distinctions in the bioluminescence of ctenophore are caused as the seasonal dynamics of their biochemical structure in dependence on food supplies, and seasonal fluctuations of temperature, and also seasonal dynamics of consumption by them of oxygen.

Key words: amplitude and duration of light-emission, seasonal dynamics, zooplankton, Black Sea

УДК 52:551:556(262.5)

В.І. МЕДІНЕЦЬ, Н.В. КОВАЛЬОВА, С.М. СНІГІРЬОВ, І.Л. ГРУЗОВА

Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова

вул. Дворянська, 2, Одеса 65082

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД В РАЙОНІ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСУ TRIx

Приведено результати оцінки стану морських вод біля берегів острова Зміїний з використанням трофічного індексу TRIx, що використовуються в багатьох європейських країнах. Показано, що велику частину року води дослідженої акваторії знаходяться на межі між середнім і високим трофічними рівнями.

Ключові слова: якість морських вод, індекс TRIx, евтрофікація

Упродовж останніх 30 років однією з головних проблем погіршення стану прибережних екосистем багатьох прибережних акваторій районів морів Європи, включно Чорного моря, є евтрофікація [7], що викликана зростаючим рівнем вмісту сполук фосфору і азоту. Для зниження потоків поживних речовин і зменшення евтрофікації Європейською спільнотою здійснюються заходи, спрямовані на виявлення чутливих районів і уразливих зон водних об'єктів відповідно з методологією Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД) [1].

Екологічний стан вод визначається ВРД інтегровано з урахуванням функціонування біологічних угруповань, гідроморфологічних і фізико-хімічних показників. Для інтегрованої оцінки якості морських і прибережних вод у багатьох європейських державах в останні роки широко використовується трофічний індекс TRIx, який був запропонований Vollenweider et. al. [9] для

середземноморських вод, але в останні роки використовується для інших європейських морів, включно у Чорному морі [2, 8].

Метою роботи було визначення у 2008–2009 рр. інтегрованої оцінки якості і трофічного стану морських прибережних до острова Зміїний вод, що практично належать до відкритих вод Чорного моря, але характеризуються надзвичайно високою мінливістю гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних умов [3] за рахунок постійного впливу річкового стоку Дунаю.

Матеріал і методи досліджень

Науково-дослідна станція «Острів Зміїний» Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, починаючи з 2003 р. проводить регулярні спостереження за станом гідрофізичних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик прибережних морських вод в районі острова Зміїний, аналіз яких частково наведений в монографії [3]. У 2008–2009 рр. відібрано 130 зразків поверхневих та придонних (глибина 8 м) вод, в яких проведено аналіз вмісту кисню, загального азоту і фосфору, хлорофілу *a* та інші гідролого-гідрохімічні параметри. Хлорофіл *a* визначали стандартним методом спектрофотометрії [5]. Насичення води киснем, загальний азот і загальний фосфор визначалися згідно [6]. Відносну прозорість вод визначали за допомогою диска Секі згідно методичних рекомендацій [4]. Індекс евтрофікації (E) *TRIX* визначали за формулою [9]:

$$(E) \text{ } TRIX = (\log [Ch * aD \% O * NT * PT] - [-1,5]) / 1,2,$$

де: $Ch*a$ – хлорофіл *a*, мкг/дм³; $D\%O$ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100% насичення, PT – загальний фосфор в мкг/дм³; NT – загальний азот в мкг/дм³.

Трофічні рівні оцінювались за значеннями індексу *TRIX* [2], що є інтегрованим показником якості водного середовища і змінюється зазвичай в діапазоні від 0 до 10: низький трофічний рівень – <4, середній – 4–5, високий – 5–6, дуже високий – >6.

Результати досліджень та їх обговорення

Гідролого-гідрохімічний і гідробіологічний режим морських вод в період спостережень характеризувався коливаннями солоності поверхневих вод від 11,6‰ до 18,0‰, прозорості – від 1,8 м до 8 м, а вмісту хлорофілу *a* – від 0,13 мкг/дм³ до 11,39 мкг/дм³. На глибині 7–8 м діапазон коливань вказаних параметрів був дещо менший і складав 12,9–18,0 ‰ і 0,12–7,89 мкг/дм³ для солоності і для хлорофілу відповідно.

Часові зміни індексу *TRIX* в районі Чорного моря біля острова Зміїний у 2008–2009 рр. (рис.), характеризуються діапазоном коливань від 3,1 до 6,7 в поверхневому шарі і від 3,7 до 6,5 в придонному.

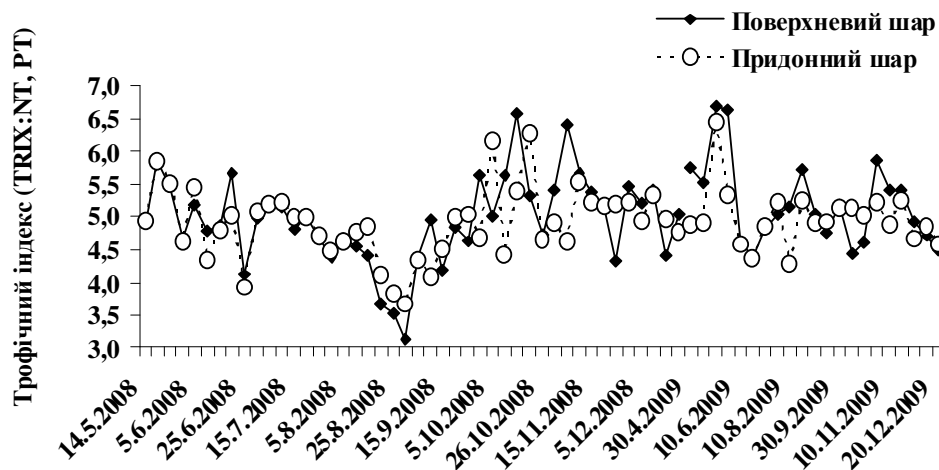


Рис. Коливання трофічного індексу *TRIX* в поверхневих та придонних водах моря біля острова Зміїний у 2008–2009 рр.

Кореляційний аналіз рядів індексу *TRIX* у поверхневих і придонних водах показав досить тісний взаємозв'язок. Середні значення індексів для поверхневого і придонного шарів води за весь період спостережень були практично однаковими і складали $5,0 \pm 0,7$ і $4,9 \pm 0,5$ відповідно. Незначна відмінність відмічена також у інших показників трофічного статусу поверхневого і придонного шарів вод. Наприклад, середній вміст хлорофілу *a* на поверхні складав $1,4 \pm 2,1$ мкг/дм³, а біля дна – $1,0 \pm 1,4$ мкг/дм³. Концентрація загального фосфору на поверхні і природних горизонтах

знаходилося в співвідношенні 15,8 мкгР/дм³/14,7 мкгР/дм³, а вміст загального азоту в співвідношенні 542,8 мкгN/дм³/568,1 мкгN/дм³. Тобто значення індексу *TRIX* цілком об'єктивно відображають трофічний стан у стовпі води, вказуючи на практично однаковий трофічний рівень вод по усій товщі.

Аналіз сезонних змін індексу *TRIX* показав, що його максимальні значення спостерігались навесні та восени, а мінімальні – влітку. Такі ж сезонні коливання трофічного індексу, з пониженням його значень влітку, були відмічені в прибережних водах Адріатичного моря [9].

Максимальне середньомісячне значення *TRIX*=6,1 (дуже високий трофічний рівень вод [2] і, відповідно, низька якість морських вод) спостерігалось у травні 2009 р., коли проходив паводок на річці Дунай і трансформовані річкові води з солоністю менш ніж 11,6‰ досягали острова Зміїний. При цьому прозорість вод знижувалася до 2 м, а вміст хлорофілу *a* зростав до максимальних значень. Мінімальне середньомісячне значення *TRIX*=4,0 було зареєстровано в серпні 2008 р., коли солоність поверхневих вод підвищувалась до 16,5‰, а прозорість вод перевищувала 8 м, тобто в районі острова Зміїний переважали суто морські водні маси.

Результати кореляційного аналізу між індексом *TRIX* та іншими параметрами водних мас (табл.) показали, що існує тісний позитивний взаємозв'язок з вмістом загального азоту і фосфору, а також з концентраціями кисню і хлорофілу *a*.

Таблиця

Коефіцієнти кореляції Пірсона (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$) між параметрами морських вод біля берегів острова Зміїний

Параметри	<i>TRIX</i>	N _{заг}	P _{заг}	% O ₂	Хлорофіл <i>a</i>	Солоність
Поверхневий шар						
Загальний азот	0,30*					
Загальний фосфор	0,41**	-0,06				
% кисню	0,52**	0,11	0,16			
Хлорофіл	0,62**	-0,08	0,28*	0,38**		
Солоність	-0,33**	-0,29*	0,09	-0,44**	-0,44**	
Прозорість	-0,49**	-0,39**	0,04	-0,52**	-0,52**	0,75**
Придонний шар						
Загальний азот	0,16					
Загальний фосфор	0,36**	-0,17				
Частка кисню, %	0,25*	-0,05	-0,05			
Хлорофіл	0,70**	0,04	0,26*	0,32**		
Солоність	-0,19	-0,19	0,11	0,06	-0,30*	
Прозорість	-0,33**	-0,21	0,02	-0,26*	-0,48**	0,58**

Всі перелічені параметри є складовими *TRIX* і тому цілком закономірно, що їх коливання корелюють з показниками трофічного індексу. Особливу увагу слід приділити кореляційним взаємозв'язкам прозорості води з індексом *TRIX* та іншими складовими якості поверхневого шару води. Прозорість води має високий негативний кореляційний зв'язок як з індексом *TRIX*, так практично з усіма параметрами, що використовуються для його розрахунку. Тобто, в поверхневих водах біля острова Зміїний прозорість зменшується при зростанні вмісту азоту, хлорофілу, насиченості киснем та зменшенні солоності вод. Найбільший коефіцієнт парної кореляції виявлений між змінами прозорості і солоності.

Отже, можна зробити висновок про те, що максимальний вклад в погіршення якості води прибережних акваторій острова Зміїний вносять дунайські розпріснені води, що в результаті адвентивного поверхневого переносу доходять до острова Зміїний.

Порівняння отриманих даних про динаміку *TRIX* з даними С. Мончевої [8] показало, що середньомісячні значення індексу *TRIX* біля острова Зміїний були на 0,3–0,8 нижчими, ніж у Варненській [8] і Одеській затоках. Тобто, якість водного середовища біля острова Зміїний була суттєво кращою, ніж в інших прибережних районах Чорного моря.

Висновки

В дослідженому районі індекс *TRIX* об'єктивно відображає якість водного середовища порівняно з іншими районами Чорного моря. Значення індексу *TRIX* упродовж більшої частини року в прибережних водах острова Зміїний знаходяться на межі між середнім і високим трофічним

рівнями, і хоча за станом можуть характеризуватися категоріями “добрий” та “задовільний”, згідно класифікації Заїки В.Е. [2], відносяться до евтрофних.

Дослідження фінансувались з бюджету Міністерства освіти і науки України. Автори висловлюють подяку співробітникам Регіонального центру моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, які протягом 2008–2009 р. забезпечили вахтовий режим роботи науково-дослідної станції «Острів Зміїний» та здійснювали відбір і хімічний аналіз зразків води.

1. *Водна* рамкова директива ЄС 2000/60/ЕС: Київ, 2006. – 240 с.
2. *Заика В.Е.* О трофическом статусе пелагических экосистем в разных районах Черного моря / В.Е. Заика // Морський екологічний журнал. – 2003. – Т. II, № 1. – С. 5–10.
3. *Острів Зміїний: екосистема прибережних вод* : монографія / В.А. Сминтина, В.І. Медінець. І.О. Сучков [та ін.]; відп. ред. В.І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – 228 с.
4. *Руководство по гидрологическим работам в морях и океанах.* - Л.: Гидрометеиздат. 1977. – 725 с.
5. *Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.* – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 190 с.
6. *Руководство по химическому анализу морских вод.* – С.-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 218 с.
7. *Eutrophication in Europe's coastal waters.* – Topic report 7/2001. EEA, Copenhagen, 2001. – 87 p.
8. *Moncheva S.* Application of eutrophication indices for assessment of the Bulgarian Black Sea coastal ecosystem ecological quality/ S. Moncheva, V. Doncheva, G. Shtereva, L. Kamburska, S. Gorinstein // Water Science and Technology. – 2002. – №8. – Vol 46, N 8. – P.19–28
9. *Vollenweider R.A.* Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index/ R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // Environmetrics. – 1998. – N 9. – P. 329–357.

В.И. Медінець, Н.В. Ковалева, С.М. Снугіров, І.Л. Грузова

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова, Украина

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОРСКИХ ВОД В РАЙОНЕ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ С ПОМОЩЬЮ ИНДЕКСА TRIX

Приводятся результаты оценки состояния морских вод у берегов острова Змеиный с использованием трофического индекса TRIX, который применяется во многих европейских странах. Показано, что большую часть года воды исследованной акватории находятся на границе между средним и высоким трофическими уровнями.

Ключевые слова: качество морских вод, индекс TRIX, эвтрофикация

V.I. Medinets, N.V. Kovalova, C.M. Snigirov, I.L. Gruzova

Odesa National University is the name of I.I.Mechnikov, Ukraine

ASSESSMENT OF MARINE WATER QUALITY IN THE ZMIINYI ISLAND AREA USING TRIX INDEX

Results of marine environment state assessment near the coast of the Zmiinyi Island with the help of TRIX trophic index used in many European countries are presented. It is shown that the waters of the studied area are at the boundary between average and high trophic levels.

Key words: marine waters quality, TRIX index, eutrophication

УДК 597.08:551.46.09

Е.Б. МЕЛЬНИКОВА, В.А. БОНДАРЕВ, Ю.Л. МУРЗИН, Ю.В. НОВОСЕЛОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

РАЗМЕРНО–ВОЗРАСТНОЙ КЛЮЧ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОЙ ХАМСЫ

Разработан размерно-возрастной ключ, предназначенный для оперативного определения возрастного состава уловов азово-черноморской хамсы. Ключ прост в применении и может быть использован в условия промысла.

Ключевые слова: хамса, размерное распределение, возраст, ключ

Хамса или европейский анчоус (*Engraulis encrasicolus*) является наиболее многочисленной промысловой рыбой в Черном море, имеет важное хозяйственное значение в экономике Украины и других причерноморских государств. Современные методы рационального использования и охраны запасов, расчеты допустимого улова промысловых видов рыб в основном базируются на возрастном составе уловов. Возраст хамсы традиционно определяют по отоликам. Однако этот метод характеризуется достаточно большой трудоемкостью, требующей существенных временных затрат [3, 4], вследствие чего оценка возрастного состава улова производится с запаздыванием, вследствие чего во многом утрачивает свою информационную ценность.

Целью данной работы является разработка размерно-возрастного ключа для оперативного определения возрастного состава хамсы.

Материал и методы исследований

Материалом для составления размерно-возрастного ключа послужили пробы из траловых уловов хамсы в осенне-зимнем сезоне 2007–2008 гг. с юго-западного шельфа Крыма. Лов проводился на глубинах от 50 м до 80 м. Общее количество исследованных особей – 1212 экз. Длину тела измеряли с точностью до 0,1 см, массу – 0,01 г. Возраст рыб определяли по отоликам и параллельно по разработанному размерно-возрастному ключу.

Н.И. Чугунова [4] описывает методику оперативного определения возрастного состава уловов на основе размерно-возрастной таблицы, составление которой основано на расчете “взвешенного” возрастного состава уловов для дискретных (ступенчатых значений) размерных групп рыб. С учетом того, что в природных популяциях имеет место непрерывное распределение особей по длине, экспериментально измеренные дискретные значения размерного распределения будем аппроксимировать плавными кривыми нормальной плотности распределения в соответствии с выражением [1, 2]:

$$p(l) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(l-l_{cp})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где: $p(l)$ – вероятность появления рыб длиной l ; l_{cp} – средняя длина рыб одного возрастного класса; σ – среднее квадратичное отклонение размерного распределения.

В табл. 1 приведены экспериментальные данные размерного распределения представителей разных возрастных классов (возраст определен по отоликам), которые были положены в основу составления размерно-возрастного ключа.

Частоту появления особей каждой размерной группы каждого возрастного класса (табл. 1) находили по соотношению:

$$p_{ik}^* = n_{ik} / N_k, \quad (2)$$

где: p_{ik}^* – частота появления рыб k -го возраста i -й размерной группы; n_{ik} – количество рыб k -го возраста i -й размерной группы; N_k – количество рыб k -го возрастного класса.

Затем для каждого возрастного класса рассчитывали среднюю длину и среднее квадратичное отклонение:

$$l_{cpk} = \sum_{i=1}^m l_i p_{ik}^*; \quad (3)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=1}^m p_{ik}^* (l_i - l_{cpk})^2}, \quad (4)$$

где: l_{cpk} – средняя длина рыб k -го возрастного класса; m – количество размерных групп; l_i – средний размер i -ой размерной группы; σ_k – среднее квадратичное отклонение размерного распределения, рассчитанное для k -го возрастного класса.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблиця 1

Размерное распределение представителей разных возрастных классов хамсы зимой 2007–2008 гг.

Размерная группа, см	Сеголетки		Двухлетки		Трехлетки		Четырехлетки	
	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.
4,75 ± 0,25	5	0,011	—	—	—	—	—	—
5,25 ± 0,25	44	0,101	—	—	—	—	—	—
5,75 ± 0,25	87	0,200	—	—	—	—	—	—
6,25 ± 0,25	67	0,154	—	—	—	—	—	—
6,75 ± 0,25	74	0,170	4	0,006	—	—	—	—
7,25 ± 0,25	42	0,097	16	0,026	—	—	—	—
7,75 ± 0,25	50	0,115	75	0,122	—	—	—	—
8,25 ± 0,25	50	0,115	175	0,284	—	—	—	—
8,75 ± 0,25	16	0,037	141	0,229	—	—	—	—
9,25 ± 0,25	—	—	140	0,227	35	0,226	—	—
9,75 ± 0,25	—	—	60	0,097	75	0,484	—	—
10,25 ± 0,25	—	—	6	0,009	33	0,213	—	—
10,75 ± 0,25	—	—	—	—	8	0,052	1	0,2
11,25 ± 0,25	—	—	—	—	3	0,019	1	0,2
11,75 ± 0,25	—	—	—	—	1	0,006	2	0,4
12,25 ± 0,25	—	—	—	—	—	—	1	0,2
Сумма	435	1	617	1	155	1	5	1

Таблиця 2

Размерные показатели представителей разных возрастных групп

	Сеголетки	Двухлетки	Трехлетки	Четырехлетки
Средняя длина, см	6,71	8,7	9,84	11,6
Среднее квадратическое отклонение, см	1,03	0,67	0,47	0,51

Исходя из условия нормального закона размерного распределения, рыб внутри каждой возрастной группы, экспериментальное дискретное распределение (табл. 1) размерного состава для каждого возрастного класса заменяем плавной кривой нормальной плотности распределения в соответствии с выражением (1). С учетом размерных показателей (табл. 2) для каждой из возрастных групп были получены следующие выражения:

$$\text{для сеголеток} \quad p_1(l) = 0,194e^{-0,474(l-6,707)^2}, \quad (5)$$

$$\text{для двухлеток} \quad p_2(l) = 0,299e^{-1,124(l-8,66)^2}, \quad (6)$$

$$\text{для трехлеток} \quad p_3(l) = 0,423e^{-2,244(l-9,837)^2}, \quad (7)$$

$$\text{для четырехлеток} \quad p_4(l) = 0,391e^{-1,922(l-11,55)^2}, \quad (8)$$

где: $p_1(l)$, $p_2(l)$, $p_3(l)$, $p_4(l)$ — плотность размерного распределения сеголеток, двухлеток, трехлеток и четырехлеток соответственно.

На рис. 1 изображены гистограммы размерного распределения представителей разных возрастных классов, построенные на основе экспериментальных данных (табл. 1), и плавные кривые размерного распределения, построенные в соответствии с выражениями (5) – (8).

Далее составляем размерно–возрастной ключ, представляющий зависимость относительного содержания рыб разных возрастных групп, встречающихся в уловах, от длины. Числовые значения для составления размерно–возрастного ключа определяем по плавным кривым плотности размерного распределения, найденными в соответствии с выражениями (5) – (8).

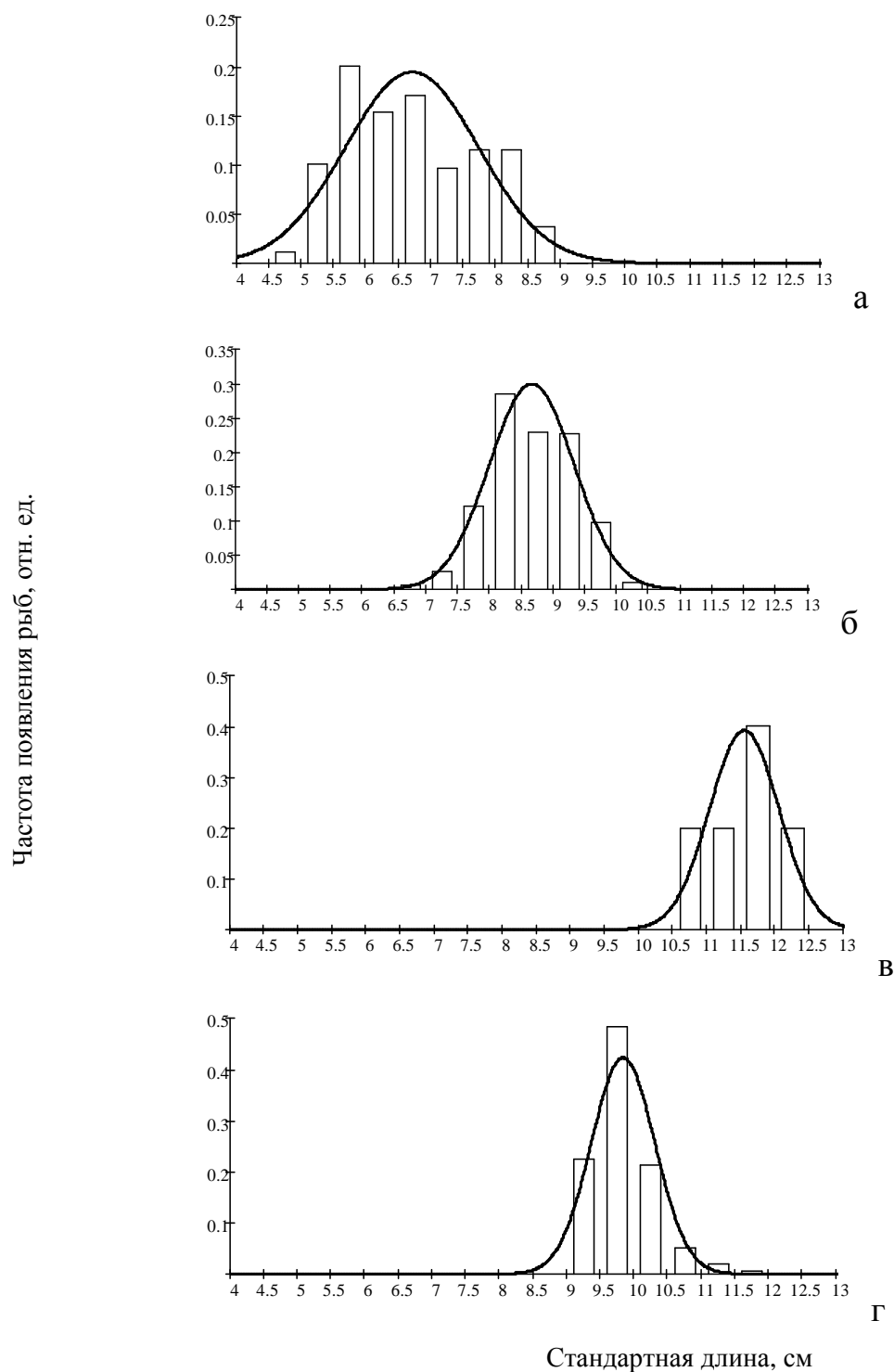


Рис. 1. Размерное распределение сеголеток (а), двухлеток (б), трехлеток (в) и четырехлеток (г)

Расчет относительного (выраженного в процентах) содержания рыб k -го возрастного класса среди рыб имеющих некоторую длину l производим по формуле:

$$W_k(l) = \frac{p_k(l)n_k}{\sum_{k=1}^4 p_k(l)n_k} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где: $W_k(l)$ — относительное (в процентах) содержание рыб k -го возрастного класса среди рыб длиной l ; $p_k(l)$ — значение плотности размерного распределения рыб k -го возрастного класса,

рассчитанное по соотношениям (5) — (7); n_k — количество рыб k -го возрастного класса в экспериментальных данных, используемых для составления размерно-возрастного ключа.

Размерно-возрастной ключ хамсы зимних уловов 2007–2008 гг. изображен на рис. 2.

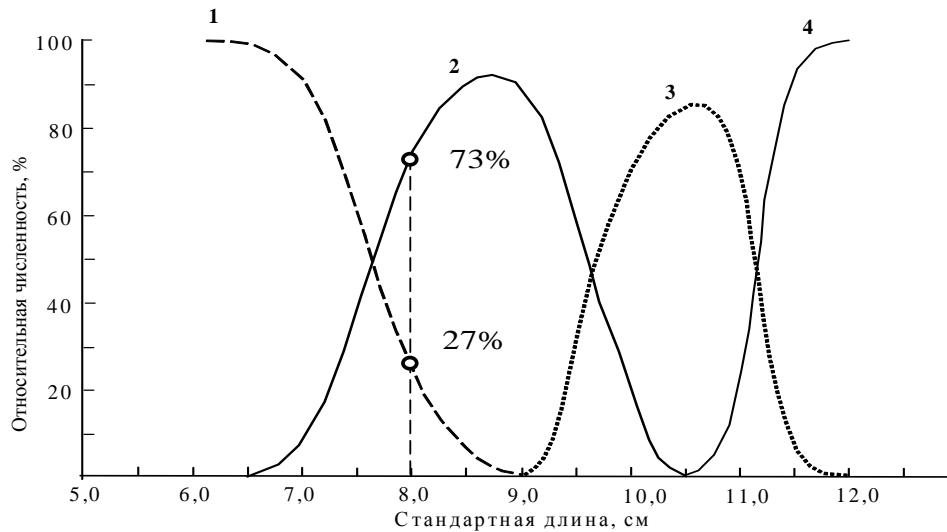


Рис. 2. Размерно-возрастной ключ хамсы: 1 – сеголетки; 2 – двухлетки; 3 – трехлетки; 4 – четырехлетки

Результаты исследований и их обсуждение

Методика определения возрастного состава с использованием размерно-возрастного ключа проста. Предположим, что во взятой для анализа пробе содержится 15 шт. хамсы длиной 8,0 см. Воспользовавшись рис. 2 определяем, что среди рыб длиной 8,0 см 27% составляют сеголетки, 73% – двухлетки, следовательно из 15 особей длиной 8,0 см в пробе содержится $15 \cdot 0,27 \approx 4$ шт. сеголеток и $15 \cdot 0,73 \approx 11$ шт. двухлеток. Аналогично можно определить возрастное распределение каждой размерной группы.

Для определения степени соответствия возрастного распределения хамсы, рассчитанного с помощью размерно-возрастного ключа и экспериментально найденного по отолитам, был использован критерий соответствия Пирсона хи-квадрат [1]. Было определено возрастное распределение сеголеток, двухлеток, трехлеток и четырехлеток как с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, так и по отолитам.

Расчеты показали, что относительное распределение возрастных классов, найденное с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, вполне удовлетворительно соответствует возрастному распределению, определенному по отолитам. Рассчитанная с помощью критерия соответствия хи-квадрат вероятность совпадения результатов анализа относительного возрастного распределения составила $P=0,99$.

Выводы

Таким образом, разработанный размерно-возрастной ключ позволяет с высокой вероятностью определять относительную численность разных возрастных групп, и может быть использован для оперативного анализа возрастного состава уловов хамсы в условиях промысла.

1. Венцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Венцель Е.С., Овчаров Л.А. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
2. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
3. Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Белгосуниверситет, 1961. – 221 с.
4. Сказкина Е.П. Различие азовской и черноморской хамсы (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov, *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleks.) / Е.П. Сказкина // Вопросы ихтиологии. – 1965. — Т. 5, Вып. 4 (37). – С. 600–605.
5. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по биологии) / Н.И. Чугунова. – М.: Изд. Академии Наук СССР, 1959. – 125 с.

Е.Б. Мельникова, В.А. Бондарев, Ю.Л. Мурзін, Ю.В. Новоселова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

РОЗМІРНО-ВІКОВИЙ КЛЮЧ АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОЇ ХАМСИ

Розроблений розмірно-віковий ключ, призначений для оперативного визначення вікового складу уловів азово-чорноморської хамси. Ключ простий у вживанні і може бути використаний в умовах промислу.

Ключові слова: хамса, розмірний розподіл, вік, ключ

E.B. Mel'nikova, V.A. Bondarev, Yu.L. Murzin, Yu.V. Novoselova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

AGE-RELATED KEY OF EUROPEAN ANCHOVY

The size-age key intended for operative determination of age composition of catches of European anchovy is developed. The key is simple in usage and can be used in the fisheries conditions.

Key words: European anchovy, size distributing, age, key

УДК 581.6:582.232:547.458

Д.В. МІКУЛІЧ, Л.І. БОЙКО, Г.В. ІВАНОВИЧ, В.І. ЛИСОВСЬКА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ВУГЛЕВОДНИЙ СКЛАД ЧОРНОМОРСЬКИХ ВОДОРОСТЕЙ

Проведені дослідження вуглеводного складу чорноморських водоростей. Показані схожість та різниця моносахаридного складу та структури полісахаридів чорноморських водоростей, які легко гідролізуються. Результати досліджень дозволяють науково обґрунтувати технології використання чорноморських водоростей як сировини для отримання структуроутворювачів.

Ключові слова: водорості, склад, полісахариди, властивості

Морські водорості синтезують цінні органічні сполуки – білки, полісахариди, ліпіди, а також є потужними концентраторами багатьох мікроелементів. Практичну значимість мають водорості, які синтезують ці сполуки в значних кількостях або містять компоненти. Особливу цінність мають водоростеві полісахариди – агарі, карагінани, альгінати – полімери вуглеводної природи, які широко використовуються в багатьох галузях промисловості, медицині, бактеріології, біотехнології, військовій галузі та інших, де вони у багатьох випадках є незамінними і використовуються як згущувачі, желатини, емульгатори, інкапсулятори, що розпушують структуру добавки тощо.

Серед багаточисленних представників рослинних гідробіонтів Чорного моря і чорноморського регіону лише деякі вивчені з точки зору їх технологічної цінності. Так, серед великої різноманітності видів філофори *Ph. crista* (Huds.) P.S. Dixon найбільш вивчена лише філофора ребриста широкочленистої форми (*f. latifolia*), яка є унікальною сировиною для одержання структуроутворювачів карагінанового типу. Дуже мало даних щодо гокладу філофори кулястої форми (*sf. sphaerica*), філофори Броді *Ph. truncata* (Pall.) Zinova, а також таких макрофітів, як грацілярія *Gracilaria dura* (C. Agardh) J. Agardh і *G. verrucosa* (Huds.) Papenf. та багатьох інших чорноморських макро- і мікрводоростей. Недостатня вивченість цих водоростей обмежує можливість їх використання як сировини для отримання різноманітних корисних продуктів, у тому числі структуроутворювачів.

Матеріал і методи досліджень

Вивчалися такі об'єкти: масові водорості Чорного моря і азово-чорноморського басейну – червоні водорості Чорного моря філофора ребриста *Phyllophora. crista* (Huds.) P.S. Dixon широкочленистої (*f. latifolia*) і кулястої (*sf. sphaerica*) форм; філофора Броді *Ph. truncata* (Pall.) Zinova, грацілярія *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf.; біомаса фітопланктону – суміш зелених і синезелених мікрводоростей (*Chlorophyta*+*Cyanophyta*) – штормові викиди гіпергалинних озер Сивашу.

Підготовку проб, органолептичну оцінку водоростей проводили здійснювали згідно ДЕСТ [2].

Полісахариди, що легко гідролізують (ЛГП), визначали за кількістю редуруючих речовин в гідролізаті талому водоростей. Полісахариди, що важко гідролізують (ВГП) – в гідролізаті залишку після виділення (ЛГП), методом Шомодь-Нельсона [9]. Залишок після повного кислотного гідролізу талому водоростей характеризували як лігнін. Моносахаридний склад гідролізату талому визначали методом розподільної хроматографії на папері [6].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати дослідження вуглеводного складу водоростей представлені у табл. 1. Вуглеводи складають значну частину талому водоростей. При цьому переважна частина вуглеводів представлена полісахаридами, що легко гідролізують. Незважаючи на подібність вуглеводного складу чорноморських водоростей, які досліджували, існують значні відмінності як загального вмісту вуглеводів, так і в їх моносахаридів. Так, вміст полісахаридів, що легко гідролізують, в таломі грацилярії вищий, ніж в таломі філофори.

Таблиця 1

Вуглеводний склад водоростей (% сухої маси талому)

Таксон	ЛГП	Моносахариди					ВГП	Лігнін
		глюкоза	галактоза	арабіноза+маноза	ксилоза	уронови кислоти		
<i>Phyllophora crispa</i> f. <i>latifolia</i>	46,50	9,91	27,12	1,87	6,09	відсутні	6,70	3,80
<i>Ph. crispa</i> sf. <i>sphaerica</i>	34,67	10,94	16,30	1,34	3,31	відсутні	8,00	4,16
<i>Ph. truncata</i>	25,54	6,28	13,91	1,96	2,75	відсутні	3,50	4,99
<i>Gracilaria verrucosa</i>	38,00	13,80	17,40	0,50	5,30	відсутні	4,70	11,3
<i>Chlorophyta</i> + <i>Cyanophyta</i>	24,85	4,03	3,12	3,00	7,88	2,82	0,70	19,90

Основними манозами талому червоних водоростей є галактоза, глюкоза і невелика кількість пентоз. Специфічний моносахаридний склад має полісахарид фітопланктону, який є найбільш багатокомпонентним і має великий набір пентоз і гексоз, а також уронові кислоти. Головним мономером полісахаридів, що важко гідролізують, всіх досліджених водоростей є глюкоза. Вміст негідролізованого залишку (лігніну) в біомасі мікроводоростей набагато перевищує його кількість у червоних водоростей.

Полісахариди найбільш поширені у Чорному морі філофори, що легко гідролізують, є сульфатовані галактани, які віднесені до групи карагінанів, структура і фізико-хімічні властивості яких різняться залежно від виду водорості. Філофора ребриста широкочленистої форми (*f. latifolia*) синтезує к-карагінан, що має деякі відхилення від граничної структури, які полягають в специфічному розташуванні сульфатних груп у вуглеводному ланцюжку [4]. Згідно сучасних уявлень, такі “порушення” в структурах карагінанів формуються в процесі біосинтезу і негативно позначаються на технологічних властивостях, зокрема, на драглеутворюючій здатності цих полісахаридів, проте ці порушення можуть бути усунені в процесі технологічної обробки водоростей. Так, при лужній обробці деяких карагінанів, що проводиться за “жорстких” умов, в результаті структурної модифікації молекул карагінанів відбувається значне підвищення їх драглеутворюючої здатності [7, 8].

Філофора ребриста кулястої форми *Ph. crispa* sf. *sphaerica* синтезує полісахарид типу к-карагінану, схожого з полісахаридом філофори широкочленистої форми. Проте останній характеризується дещо більшим вмістом к-карагінану, більшою регулярністю його будови і, як наслідок, володіє вищою структуроутворюючою здатністю. Було встановлено, що структурна модифікація полісахариду філофори кулястої форми неефективна, тому технологічні процеси її переробки можуть бути здійснені з використанням переважно традиційних методів переробки червоних водоростей [1].

Філлофора Броді *Ph. truncata* (Pall.) Zinova поширена в північно-західній частині Чорного моря як в чистому вигляді, так і в асоціаціях з філофорою ребристою. Полісахарид філофори Броді також відноситься до групи карагінанів, проте має істотні структурні особливості. Високий вміст сульфатних груп і їх специфічне розташування у вуглеводному ланцюжку – при C₂ залишку 3,6-ангідрогалактози – характеризує цей полісахарид як близький до і-карагінану [10]. Драглеутворююча здатність карагінану філофори Броді незначна, проте він має дуже високу згущуючу здатність.

Результати досліджень структурних особливостей цього полісахариду є науковим обґрунтуванням розробки технологічних процесів переробки філофори Броді для отримання спектру карагінанів харчового і технічного призначення [3].

Чорноморська грацилярія *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. синтезує полісахарид, що належить до класу агарів, проте особливістю структури агару з грацилярії є наявність металічних груп у вуглеводному ланцюжку, що забезпечує його специфічні фізико-хімічні властивості [5].

Результати досліджень фітопланктону Сивашських озер дозволили визначити можливість виділення з цих об'єктів полісахариду, що характеризується поєднаними властивостями: він володіє як драглеутворюючою, так і згущуючою здатністю, при цьому виділення екстрактів такого специфічного полісахариду може бути здійснене з використанням сукупності прийомів, які прийняті у технологіях виділення агарів, карагінанів і альгінатів.

Висновки

Отже, чорноморські водорості синтезують в значній кількості унікальні полімери вуглеводної природи (карагініни, агари та інші полісахариди). Отримані дані можуть мати значне теоретичне і практичне значення, оскільки дозволяють науково обґрунтувати технології використання чорноморських водоростей як цінної сировини для отримання продуктів класу структуроутворювачів.

1. Бойдык Н.М. Повышение эффективности использования филофоры ребристой при производстве пищевой продукции / Н.М. Бойдык, Р.Ф. Замбриборщ, Р.Г. Грицаенко [и др.] // Промысловые водоросли и их использование. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 125–132.
2. Водоросли, травы морские и продукты их переработки. Правила приемки. Методы органолептической оценки качества. Методы отбора проб для лабораторных испытаний : ГОСТ 20438-75. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 9 с.
3. Замбриборщ З.Ф. Особенности полисахаридов филофоры Броды и пути их использования в пищевой промышленности / З.Ф. Замбриборщ, Н.М. Бойдык, Г.И. Токан // Промысловые водоросли и их использование. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 132–138.
4. Усов А.И. Полисахариды красных морских водорослей / А.И. Усов // Прогресс химии углеводов. – М.: Наука, 1985. – С. 77–96.
5. Усов А.И. Полисахариды водорослей. Состав и свойства агаров из черноморских красных водорослей *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. f. *procerrima* и *Gracilaria dura* (Ag) J. Ag. / Усов А.И., Иванова Е.Г. // Биоорг. химия. – 1990. – Т. 16, № 11. – С. 1545–1551.
6. Хроматография на бумаге / [под ред. И. М. Хайса, К. Мацека] – М.: И.Л., 1962. – 851 с.
7. McLacian J. Macroalgae (seaweeds): industrial resources and their utilization / J. McLacian // Plant and Soil. – 1985. – N 1–3. – P. 137–157.
8. Persival E. Chemistry of Agaroids, Carrageenans and Furcellarans / E. Persival // J. Food and Agric. – 1972. – Vol. 23, N 7. – P. 933–940.
9. Somogyi M.A. A new reagent for determination of sugars / M.A. Somogyi // J. Biol. Chem. – 1954. – Vol. 160, N 145 – P. 61–68.
10. Usov A.I. Polysaccharides of algae. XXXIY: Detection of iota carrageenan in *Phyllophora brodiaei* (Turn.) J. Ag. (Rhodophyta) using ¹³C-NMR spectroscopy / Usov A.I., Shashkov A.S. // Bot. marina. – 1985. – Vol. 28. – P. 367 – 373.

Д.В. Микулич, Л.И. Бойко, Г.В. Иванович, В.И. Лисовская

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОМОРСКИХ ВОДОРосЛЕЙ

Проведены исследования углеводного состава черноморских водорослей. Показаны сходства и различия моносахаридного состава и структуры легкогидролизуемых полисахаридов черноморских водорослей. Результаты исследований позволяют научно обосновать технологии использования черноморских водорослей как сырья для получения структурообразователей.

Ключевые слова: водоросли, состав, полисахариды, свойства

D.V. Mikulich, L.I. Boyko, G.V. Ivanovich, V.I. Lisovskaya

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE CARBOHYDRATE COMPOSITION OF BLACK SEA ALGAE

The carbohydrate composition of Black Sea algae has been studied. The similarities and differences in monosaccharide composition and structure of easily-hydrolyzed polysaccharides of Black Sea algae are shown. The results of studies allowed to substantiate scientifically the technologies in using Black Sea algae as raw material for producing structure-forming structures.

Key words: algae, composition, polysaccharides, properties

УДК [510.721:574.5] (262.5)

Н.Ю. МІРЗОЄВА

Інститут біології південних морів НАН України
пр-т Нахімова, 2, Севастополь 99011

РОЗПОДІЛ І МІГРАЦІЯ ^{90}Sr У ВОДЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ БАСЕЙНУ ДНІПРА І ЧОРНОГО МОРЯ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Встановлено, що тенденції зміни концентрації ^{90}Sr у воді досліджуваних водойм у часі, з достатнім ступенем адекватності, описуються експоненціальними функціями. У воді прісних водойм і північно-західної частини Чорного моря прогнозований час зниження концентрації ^{90}Sr до передаварійних рівнів складе 39–44 роки.

Ключові слова: водойма-охолоджувач ЧАЕС, Київське і Каховське водосховища, Північно-Кримський канал (ПКК), Чорне море, вода, стронцій-90, перерозподіл, міграція, прогноз

Дослідження розподілу ^{90}Sr аварійного походження в біотичних і абіотичних компонентах екосистем Чорного моря і водойм басейну р. Дніпро є актуальними для сучасної гідробіології [3, 9] у зв'язку з тим, що вони дозволяють оцінити вплив радіаційного забруднення на якість водяного середовища, окремі особини, популяції і біоценози гідробіонтів, а також визначити роль живої та косної речовини в міграції радіонукліда у водоймах.

У цій статті, враховуючи стан вивченості проблеми, представлені результати порівняльного дослідження динаміки вмісту, оцінки запасів післяаварійного ^{90}Sr у водній товщі водяних екосистем і особливостей його міграції від джерела аварії до пониззя Дніпра, включно Чорного моря.

Мета досліджень – виявлення закономірностей розподілу і міграції ^{90}Sr після аварії на ЧАЕС у воді водойми-охолоджувача ЧАЕС (ВО), Київського і Каховського водосховищ, Південно-Кримського каналу (ПКК) і акваторії Чорного моря в період 1986–2006 рр., а також прогноз часу досягнення доаварійних рівнів вмісту ^{90}Sr у воді досліджуваних водойм.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження слугували результати визначення концентрації ^{90}Sr у воді ВО, Київського і Каховського водосховищ, ПКК і Чорного моря, отримані у 1990–2006 рр. Також використовувалася база даних ВРХБ по концентрації ^{90}Sr у компонентах екосистем Чорного моря з 1986 р. до 1994 р. та літературні дані [1, 2, 4, 7, 8, 12].

За період досліджень була оброблена і проаналізована 1341 проба прісної і морської води. Метод визначення ^{90}Sr ґрунтується на радіохімічному виділенні радіонукліда, вимірюванні ^{90}Sr за черенковським випромінюванням його дочірнього продукту ^{90}Y з використанням низькофонового рідинного сцинтиляційного лічильника (LSC) LKB «Quantulus-1220» та наступній математичній обробці даних [6, 11]. Контроль коректності методів і достовірності отриманих результатів здійснювався шляхом постійної участі в міжнародній калібрації в період 1990–2005 рр. під егідою МАГАТЕ (Відень, Австрія) і Національної Лабораторії (РИСОЕ, Данія).

Результати досліджень та їх обговорення

На підставі отриманих нами і літературних даних виявлені такі закономірності поетапної реакції водяного середовища водойм на Чорнобильську аварію: первинне підвищення концентрації ^{90}Sr у воді в порівнянні з доаварійними рівнями в перші місяці після аварії: у 100 тисяч разів у ВО, у 309 разів у Київському водосховищі; в 9 разів у Каховському водосховищі і ПКК; в середньому в 3 рази у воді різних районів Чорного моря; наступне різке, протягом 1–2 років, зниження концентрації ^{90}Sr у воді водойм відбувалося за рахунок: міграції радіонукліда в нижче розташовані водойми; перерозподілу між компонентами екосистем; у Чорному морі, в основному, за рахунок перемішування в шарі 0–50 м і міграції ^{90}Sr у глибинні води (переважно до 200 м); вторинне надходження ^{90}Sr з водами верхнього Дніпра виявилось більш значимим джерелом забруднення ^{90}Sr води Каховського водосховища, ПКК, Північно-Західного району і регіону Кримського узбережжя Чорного моря, ніж випадання радіонукліда з атмосферними опадами. Згідно наших розрахунків концентрація ^{90}Sr у воді збільшилася порівняно з доаварійним рівнем: у 70 разів у воді Каховського водосховища, у 77 разів у воді ПКК, у 22 рази у воді району Дніпровсько-Бугського лиману й у 7,6 разів у районі біля Кримського узбережжя Чорного моря.

Як відомо [5], однією з можливостей прогнозування є метод екстраполяції апроксимуючих функцій. При цьому об'єктивність прогнозних характеристик визначається якістю підбору цих функцій, а також динамічними властивостями об'єкта прогнозування. З метою пошуку адекватних функцій ми розглянули особливості зміни середньої концентрації ^{90}Sr у воді ВО [2, 4, 12]. Встановлено (рис. 1), що в розглянутому масштабі дані задовільно розподіляються уздовж прямої лінії (коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 0.87), що свідчить про достатній ступінь адекватності опису цього процесу експоненціальною функцією. При цьому період зменшення концентрації ^{90}Sr вдвічі (T_{05}) є постійною часу експоненціальних функцій і може використовуватися як параметр з метою прогнозування методом екстраполяції апроксимуючої прямої. Цей підхід до вивчення й аналізу процесу динаміки концентрації ^{90}Sr у воді ВО застосовувався нами, з урахуванням адекватності, при аналізі аналогічних процесів для всіх досліджуваних водойм.

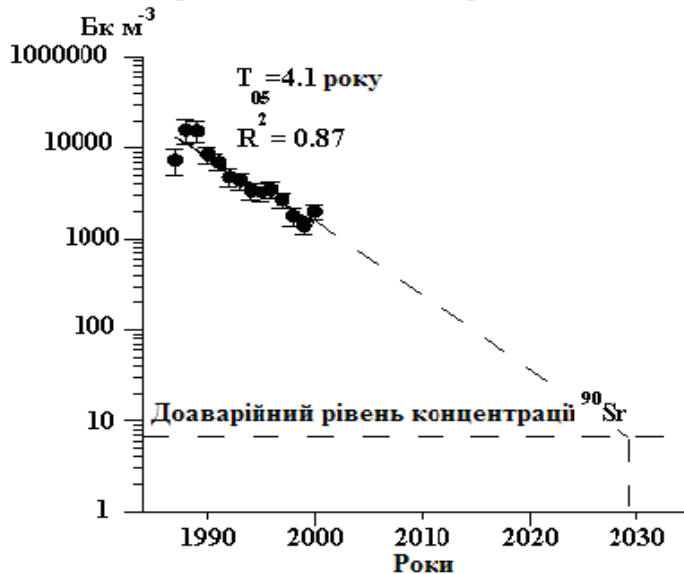


Рис. 1. Динаміка і прогнозна оцінка зміни середньорічної концентрації ^{90}Sr у воді ВО

Встановлено, що подальше експоненціальне зменшення концентрації ^{90}Sr у різних водоймах відбувалося з T_{05} : 4,1 роки для ВО, 6,1 років – для Київського водосховища; 5,7 років – для Каховського водосховища, 7,6 років для ПКК, від 7,3 років до 24,3 років у воді різних районів Чорного моря (табл. 1).

До 1999–2003 рр. концентрація ^{90}Sr у воді ВО, Київського водосховища, Каховського водосховища і ПКК у 300,0, 14,7, 21,7 і 22,0 рази відповідно перевищувала доаварійний рівень.

Необхідно відзначити, що практично у всіх регіонах Чорного моря, за винятком Дніпровсько-Бугського лиману, концентрація ^{90}Sr у воді набула доаварійного рівня (табл.1). Встановлено, що прогнозоване зменшення концентрації ^{90}Sr у воді ВО і Київського водосховища до доаварійного рівня буде продовжуватися протягом 44 років, Каховського водосховища – 36 років, ПКК – 44 роки, Дніпровсько-Бугського лиману Чорного моря – 39 років.

Таблиця 1

Період зменшення вдвічі (T_{05}) і повний період зниження концентрації ^{90}Sr до доаварійного рівня (T) у воді Чорного моря

Райони акваторії Чорного моря	T_{05} (роки)	T (роки)	Відношення часу фізичного розпаду радіонукліда до T_{05}	Час зниження концентрації ^{90}Sr до доаварійного рівня (рік)
Дніпровсько-Бугський лиман	14,0	39,0	2,1	2025
Гирло р. Дністер	7,3	4,0	3,9	1990
Гирло р. Дунай	8,1	8,0	3,6	1994
Район біля узбережжя Криму	9,2	16,0	3,1	2002
Західна частина	12,5	17,0	2,3	2003
Верхньо-Босфорська течія	13,5	9,0	2,1	1995
Східна частина	24,3	17,0	1,2	2003

Встановлено, що у 1986–2005 рр. в усіх досліджуваних водоймах, крім ВО (у період 1986–1997 рр.), концентрація ^{90}Sr у воді не перевищувала ГДК, прийнятих в Україні в 1991р. і 1997 р.

(доповнення 2000 р., 2002, 2005 р.). До 2004 р. концентрація ^{90}Sr [2] у воді ВО складала 80% від ГДК.

Нами оцінені середні потоки біогеохімічного самоочищення води досліджуваних водойм від поставарійного ^{90}Sr : для ВО – 0,9 ТБк, для Київського і Каховського водосховищ – 0,3 і 0,5 ТБк, відповідно, а ПКК – 80,9 ГБк у рік. Щорічний винос ^{90}Sr з Чорного моря через протоку Босфор у період досліджень складав 1,6–1,9% від вмісту цих радіонуклідів у шарі 0–50 м [10], тобто Чорне море не є кінцевим депо радіонуклідів, що надійшли і надходять у нього після Чорнобильської аварії. Отримані нами прогноз і оцінка балансових компонентів для ^{90}Sr у воді Чорного моря показали, що через 39 років (до 2025 р.) у екосистемі моря загальний вміст радіонукліда складе $1946,1 \pm 231,4$ ТБк, що на 446,1 ТБк перевищує доаварійний рівень. Ймовірно, що ця кількість радіонукліда перерозподілиться між біотичними і абіотичними компонентами Чорного моря.

Висновки

Отже, проведені дослідження показали, що використовувані підходи, зроблений прогноз і отримані закономірності розподілу і міграції ^{90}Sr у воді прісноводних екосистем і Чорного моря після аварії на ЧАЕС мають практичне значення для прогнозування наслідків при можливих аварійних ситуаціях у вивченому регіоні.

1. База данных ОРХБ (за период 1964–2006 гг.): Вода. Гидробионты. Донные отложения [Электронный ресурс]; разработана Д.Б. Евтушенко, В.Н. Егоровым, 1992. – Севастополь: ОРХБ, ИнБЮМ, 2006. – Систем. требования: Pentium-266; 32 Mb RAM; Windows 98; программный пакет Paradox. – Название с титул. экрана.
2. Гудков Д.И. Радіонукліди в компонентах водних екосистем зони відчуження Чорнобильської АЕС: розподіл, міграція, дозові навантаження, біологічні ефекти : автореф. дис. ... докт. біол. наук: 03.00.01 “Радіобіологія” / Д.И. Гудков. – К., 2006. – 34 с.
3. Константинов А.С. Общая гидробиология: [Учеб. для биол. спец. вузов] / А.С. Константинов. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. школа, 1986. – 472 с.
4. Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод после Чернобыльской аварии: монография / О.В. Войцехович, В.М. Шестопалов, А.С. Скальский [и др.] — К.: Укр. науч.-исслед. гидрометеорол. Ин-т ; Ин-т геол. наук НАНУ, 2001. – 148 с.
5. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1971. – 207 с.
6. Поликарпов Г.Г. Радиоекология морских организмов / Г.Г. Поликарпов. – М.: Атомиздат, 1964. – 295 с.
7. Поликарпов Г.Г. Концентрация ^{90}Sr в водной среде нижнего Днестра в направлении Чёрного моря [Текст] / Г. Г. Поликарпов, В. И. Тимошук, Л. Г. Кулебакина // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1988. – № 3. – С. 77–79.
8. Радиоактивное загрязнение днепровских водохранилищ в результате аварии на ЧАЭС / В. Д. Романенко, М. И. Кузьменко, П. И. Дробот [и др.] // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии: (сб. в двух частях): Ч. II. Экологические и радиобиологические проблемы. – К.: АН УССР, 1989. – С. 9–16.
9. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: учебник для студентов высш. учеб. заведений / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
10. Egorov V.N. Long-term post-Chernobyl ^{90}Sr and ^{137}Cs profiles as the indicators of the large-scale vertical water mixing in the Black Sea / V. N. Egorov, N. A. Stokozov, N. Yu. Mirzoeva // Intern. conf. on the study of environmental change using isotope techniques, 23–27 Apr. 2001: book of extend. synopses. – Vienna, Austria, 2001. – P. 182–184.
11. Harvey B.K. Analytical procedures for the determination of strontium radionuclides in environmental materials : analytical methods / [B.K. Harvey, R.D. Ibbett, M.B. Lovett, K.J. Williams]. — Lowestoft : S. a., 1989. – 33 p. (Series : Aquatic environmental protection ; № 5).
12. Kryshev I.I. Radioactive contamination of aquatic ecosystems following the Chernobyl accident / I.I. Kryshev // J. Environ. Radioactivity. – 1995. – Vol. 27, N 3. – P. 207–220.

Н.Ю. Мирзоева

Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МИГРАЦИЯ ^{90}Sr В ВОДНОЙ СРЕДЕ БАССЕЙНА ДНЕПРА И ЧЕРНОГО МОРЯ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Установлено, что тенденции изменения концентрации ^{90}Sr в воде исследуемых водоемов во времени, с достаточной степенью адекватности, описываются экспоненциальными функциями. В воде пресных водоемов и северо-западной части Черного моря прогнозируемое время снижения концентрации ^{90}Sr до предаварийных уровней составит 39–44 года.

Ключевые слова: водоем-охладитель ЧАЭС, Киевское и Каховское водохранилища, Северо-Крымский канал, Чорне море, вода, стронцій-90, перераспределение, міграція, прогноз

N.Yu. Mirzoyeva

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

DISTRIBUTION AND MIGRATION OF ⁹⁰Sr IN WATER ENVIRONMENT OF THE DNIEPER RIVER BASIN AND BLACK SEA ECOSYSTEMS AFTER THE CHERNOBYL NPP ACCIDENT

It is determined that tendencies of ⁹⁰Sr concentration change in water of investigated water reservoirs in time, with a sufficient degree of adequacy, are described by exponential functions. In water of fresh water reservoirs and a northwest part of the Black Sea predicted time of ⁹⁰Sr concentration decrease up to Chernobyl NPP pre-accident levels will make 39-44 years.

Key words: reservoir-cooler of Chernobyl NPP, Kyiv and Kakhovka reservoirs, Black sea, water, strontium-90, redistribution, migration, prognosis

УДК 5474.4:628.357.(252.5)

О.А. МИРОНОВ

Севастопольский национальный технический университет
ул. Университетская, 33, Севастополь 99053, Украина

ЛИПИДНО–УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ CYSTOSEIRA SP. И RISSOA SP. В ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Впервые установлен липидно–углеводородный состав массовых представителей бентоса – риссои и цистозеры в прибрежной акватории Севастополя. По абсолютным величинам и по сезонной динамике липидов и углеводов различия между акваториями Приморского бульвара и Парка Победы не выявлены.

Ключевые слова: липиды, углеводороды, прибрежная акватория моря

Липидно-углеводородному составу морских организмов Чёрного моря посвящен ряд работ, выполненных в 80-х гг. прошлого века и включенных в монографические работы по взаимодействию морских организмов с нефтяным загрязнением [1, 2, 4]. Несколько лет назад эти работы возобновились и первые результаты вошли в монографию по санитарно–биологическим исследованиям в прибрежной акватории региона Севастополя [5]. Следует отметить, что липидно–углеводородный состав изучался в основном на морских животных и лишь небольшое число исследований посвящено растительным объектам [5].

Многочисленная придонная ихтиофауна, обитающая в зарослях макрофитов, использует для питания все составные части этого сообщества. Рыбы, обитающие в зарослях макрофитов, хорошо приспособлены к питанию такой жесткой пищей, как макрофиты и моллюски. Последние у ряда видов рыб составляют значительную долю в пищевом комке желудка. Таким образом, заросли макрофитов могут увеличивать рекреационный потенциал побережья, например, за счет развития спортивного рыболовства. Поэтому, на наш взгляд, представляет интерес изучение в зарослевых сообществах липидов и углеводов, которые могут быть использованы как для оценки их пищевой ценности, так и служить биоиндикатором экологического состояния морской акватории. Известно, что ткани гидробионтов, богатые жиром, способны накапливать углеводороды нефти [4]. При этом необходимо подчеркнуть, что углеводороды постоянно сопутствуют липидам и имеют сходные с ними химические свойства. Кроме того, по своему составу углеводороды, синтезируемые морскими организмами, близки или идентичны углеводородам нефти.

Целью настоящей работы было изучение липидно–углеводородного состава двух массовых представителей зарослевых сообществ в акватории прибрежной зоны Севастополя: растения – бурой водоросли *Cystoseira* sp. и животного – брюхоногого моллюска *Rissoa* sp.

Материал и методы исследований

Районы отбора проб находились в акваториях, прилегающие к рекреационным зонам – Приморский бульвар и Парк Победы. Дно пляжей у Приморского бульвара и Парка Победы представлено крупной галькой с выходом скальных пород, что создает хорошие условия для прикрепления цистозеры. Материал собирали в осенне-зимний период 2009–2010 гг. с глубины 1 м. Всего было

отобрано 8 проб цистозіри з населяючими її животними. Для аналізу в лабораторію доставлялось 1 кг макрофітів, з яких снимались рисси. Як следует из [3], поверхню цистозіри покрита діатомовими водорослями, які по масі складають на глибині 1 м вище 30 г на 1 кг водорослей. Клітки діатомей містять значительне кількість жиру по порівнянню з іншими мікробіодорослями. В цій зв'язі проводилось визначення ліпидно-углеводородного складу взвеси, смитої з цистозіри. Зразки рослинних і тваринних об'єктів в кількості, достатній для проведення хімічного аналізу, поміщались в чашку Петрі і висушувались в сушильному шафу при температурі 100°C. Розрахунок проводився на сухо-повітряне речовина.

Результати досліджень і їх обговорення

Зміст ліпідів і тенденція їх зміни в гідробіонтах представлені на рис. 1. В акваторії Приморського бульвару і парку Перемоги відмічено зменшення вмісту ліпідів з осені до зими, про що свідчать побудовані лінії трендів. Слід відзначити, що з зимових місяців зразки були відібрані в лютому, оскільки за погодних умов відібрати їх в грудні і січні не представлялось можливим.

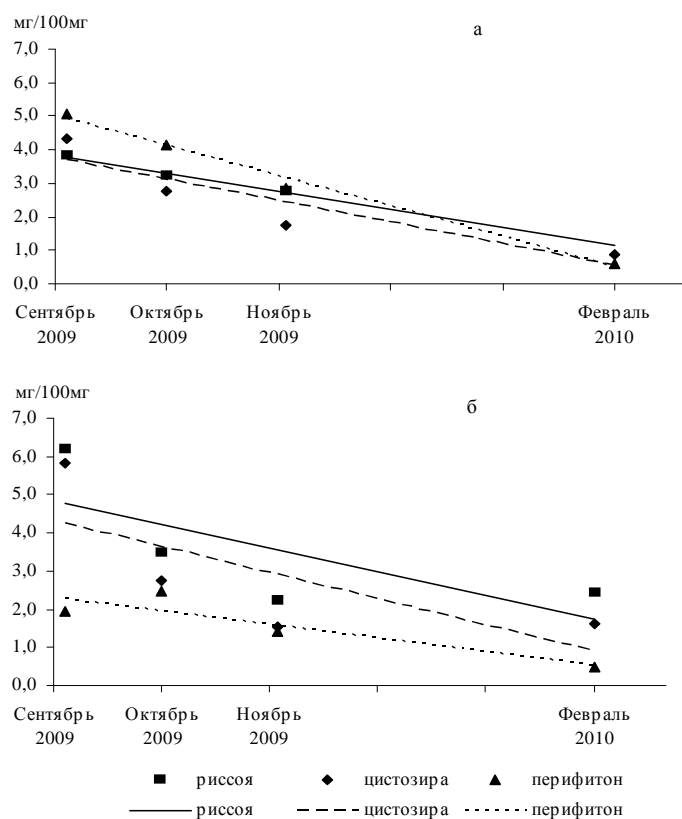


Рис. 1. Вміст ліпідів в риссоє, цистозірі, мікроперифітоні цистозіри (лінії відповідають трендам, що описують тенденцію зміни за весь період спостереження): а – акваторія Приморського бульвару; б – акваторія парку Перемоги

За абсолютними величинами на початку осені вміст ліпідів в цистозірі і риссоє був вище в акваторії парку Перемоги порівняно з Приморським бульваром. Відповідно 5,83 мг/100 мг і 4,33 мг/100 мг для цистозіри і 6,18 мг/100 мг і 3,83 мг/100 мг для риссої. Можливо, це пов'язано з тим, що акваторія Парку Перемоги знаходиться у відкритому узбережжі, а акваторія Приморського бульвару – в Севастопольській бухті.

Зміст вуглеводородів і тенденції їх зміни в досліджуваних об'єктах представлені на рис. 2. Максимум вуглеводородів, так само як і ліпідів, в обох акваторіях відзначається на початку осені. Контрольні заміри морської води на вміст нафтяних вуглеводородів показали, що в районах збору проб середня концентрація була в межах ПДК – 0,05 мг/дм³. Це дає підставу вважати, що виявлені вуглеводороди мають біогенне походження.

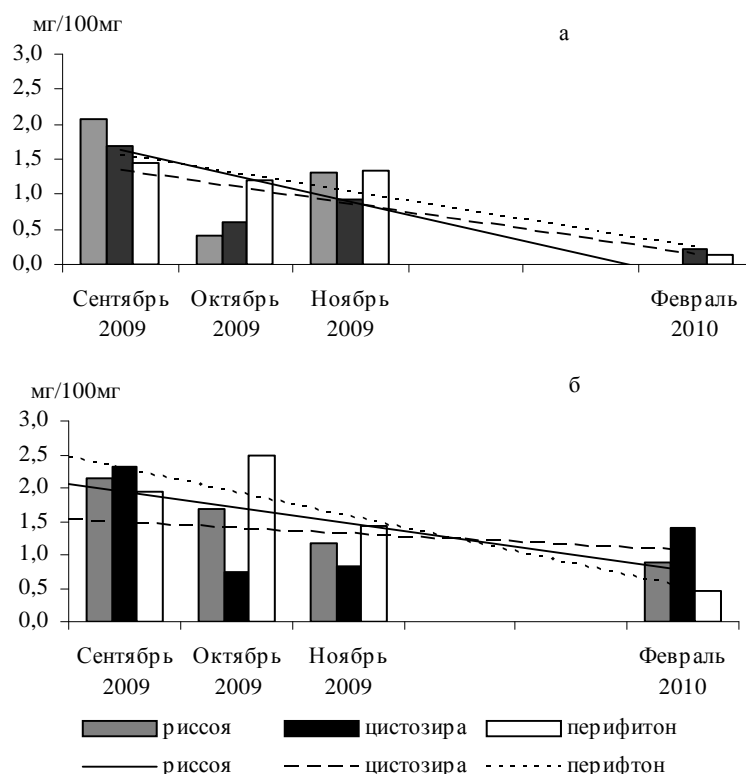


Рис. 2. Содержание углеводов в риссое, цистозире и микроперифитоне цистозире и тенденции их изменения: а – акватория Приморского бульвара, б – акватория парка Победы

Таким образом, как по абсолютным величинам, так и по сезонной динамике липидов и углеводов, существенного различия между акваториями Приморского бульвара и парка Победы не выявлено. Интересными, на наш взгляд, являются полученные результаты по содержанию липидов в растительных объектах – цистозире и перифитоне. Так, средние величины липидов в перифитоне, смытом с цистозире, составляли 3,17 мг/100 мг и 3,53 мг/100 мг соответственно для акватории Приморского бульвара и Парка Победы. В то же время содержание липидов в цистозире, как в нативной, так и после смыва перифитона было практически одинаково и находилось в пределах 2,42–2,93 мг/100 мг, что меньше, чем в перифитоне. Последнее подтверждает, что первичные обрастания – бактериально-микроводорослевая пленка очень плотно прикрепляется к субстрату.

Выводы

Впервые установлен липидно-углеводородный состав массовых представителей бентоса риссои и цистозире прибрежной акватории Севастополя. По абсолютным величинам и по сезонной динамике липидов и углеводов различий между акваториями Приморского бульвара и Парка Победы не выявлено.

1. *Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды* / Под ред. О. Г. Миронова. – К.: Наук. думка, 1988. – 248 с.
2. *Влияние нефти и нефтепродуктов на морские организмы и их сообщества* / Под ред. О.Г. Миронова. – Л.: Гидрометеониздат, 1985. – 127 с.
3. *Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря* / Е.Б. Маккавеева. – К.: Наук. думка, 1979. – 228 с.
4. *Миронов О.Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами* / О.Г. Миронов. – Л.: Гидрометеониздат, 1985. – 127 с.
5. *Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя* / Под ред. О.Г. Миронова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 192 с.

О.А. Міронов

Севастопольський національний технічний університет, Україна

ЛІПІДНО–ВУГЛЕВОДНЕВИЙ СКЛАД *CYSTOSEIRA SP.* І *RISSEO SP.* У ПРИБЕРЕЖНІЙ АКВАТОРІЇ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Вперше встановлений ліпідно–вуглеводневий склад масових представників бентосу –риссои і цистозіри в прибережній акваторії Севастополя. За абсолютними величинами і сезонною динамікою ліпідів і вуглеводнів відмінності між акваторіями Приморського бульвару і Парку Перемоги не виявлені.

Ключові слова: ліпіди, вуглеводні, прибережна акваторія моря

О.А. Mironov

Sevastopol National Technical University, Ukraine

LIPID-HYDROCARBON COMPOSITION OF *CYSTOSEIRA SP.* AND *RISSEO SP.* IN OFF-SHORE AQUATORIUM OF SEVASTOPOL (BLACK SEA)

Lipid-hydrocarbon composition of mass representatives of benthos – Risssoa sp. and Cystoseira sp. in the off-shore aquatorium of Sevastopol was estimated for the first time. The distinction between absolute values and the seasonal dynamics of lipids and hydrocarbons of the aquatoriums of Primorsky boulevard and Pobeda Park were not exposed.

Key words: lipids, hydrocarbons, off-shore aquatorium of sea

УДК 58 2.26/.27:574.9(262.5)

Н.А. МИЛЬЧАКОВА, Н.В. МИРОНОВА, В.Г. РЯБОГИНА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ МАКРОФИТОБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Общие запасы макрофитов в акватории Тарханкутского п-ова оцениваются в 37 тыс. т, из которых более 25,2 тыс. т приходится на виды *Cystoseira* и 0,5 тыс. т – на *Phyllophora crispa*, что составляет 68% и 1,3% соответственно. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 15,6 т макрофитов, в том числе, 10,7 т цистозиры и 0,2 т филлофоры.

Ключевые слова: макрофиты, ресурсы, *Cystoseira*, *Phyllophora*

Морские макрофиты – основное продукционное звено прибрежных экосистем. Учитывая изменение качества морских вод, возросшую эвтрофикацию, значительную экосистемную роль макрофитов, исследование их ресурсов приобретает высокую научно-практическую значимость, становится основой рационального природопользования прибрежных регионов [1, 3, 4].

Материал и методы исследований

Оценка современного состояния ресурсов макрофитов, включая виды цистозиры (*Cystoseira barbata* C. Ag. и *C. crinita* (Desf.) Bory) и филлофоры (*Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon = *Ph. nervosa* (De Candolle) Greville), выявление особенностей их распределения в границах фитали проведена по материалам экспедиций (лето 2007–2008 гг.) в прибрежной акватории Тарханкутского п-ова от б. Черноморской до пос. Окуневка. Всего выполнено 9 вертикальных гидробиотических разрезов с охватом глубин от 0,5 м до 10–20 м. Собрано и обработано 190 количественных проб макрофитов по стандартной методике [2]. Длина береговой линии исследуемых участков составляет около 52 км, ширина фитали изменяется от 227 до 632 м. Донная растительность занимает площадь около 2365 га.

Результаты исследований и их обсуждение

Участок южный мыс б. Черноморская – урочище Рыбацкое. Запасы макрофитов составляют 3074 т. Их величина возрастает от 69,3 т до 1828,7 т в направлении от 0,5 м до 5 м, с максимумом на глубине 3–5 м. Запас фитомассы макрофитов изменяется от 8,8 т/га до 29,7 т/га, его наибольшая величина зарегистрирована на глубине 1–3 м. На 1 га, в среднем, сосредоточено 14,5 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* оцениваются в 2624 т. Их величина возрастает с глубиной в 30 раз – от 53,2 т до 1570,3 т. Наибольшие запасы цистозеры приурочены к глубине 3–5 м, её доля в общих запасах достигает 77 - 86%. Запас фитомассы цистозеры максимален на глубине 1–3 м – 24,3 т/га, а вблизи границы фитали – снижается более чем вдвое. Его средняя величина составляет 12,4 т/га.

Незначительные скопления филлофоры сосредоточены на глубине 5–10 м. Её запасы и средний запас фитомассы низки – 0,06 т и 0,001 т/га соответственно.

Участок урочище Рыбацкое – балка Кастель. Запасы макрофитов достигают 3281 т. Их величина с изменением глубины увеличивается от 38,1 т до 2183,2 т, максимум отмечен на 3–5 м. Запас фитомассы макрофитов изменяется по глубинам от 15,5 т/га до 39,6 т/га. В среднем, на 1 га произрастает 25,1 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* оценены в 2678 т. На глубине от 0,5 м до 5 м их величина возрастает более чем в 60 раз – от 27,2 т до 1795,3 т. На глубине 5–10 м запасы цистозеры не превышают 780,4 т. Доля цистозеры в общих запасах высока – 71–82%. Запас её фитомассы максимален на 1–3 м – 31,2 т/га, а на глубине свыше 5 м он снижается до 12,5 т/га. Его средняя величина составляет 20,5 т/га.

Запасы *Ph. crispa* невелики – 7,5 т (0,2% общих запасов макрофитов). Запас её фитомассы на глубине 1–5 м не превышает 0,1 т/га, а глубже 5 м он снижается в десятки раз, его средняя величина составляет 0,06 т/га.

Участок балка Кастель – урочище Джангуль. Запасы макрофитов оценены в 2721 т, их величина возрастает с глубиной – от 22,8 т до 1564,9 т, максимум выявлен в диапазоне глубин 3–5 м. Запас их фитомассы снижается с глубиной более чем вдвое – с 38,1 т/га до 16,1 т/га. В среднем, на 1 га произрастает 23,2 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* определены в 2156 т, их величина увеличивается с глубиной более чем в 60 раз – от 19,0 т до 1249,7 т. Наибольшие запасы сосредоточены на 3–5 м. Доля цистозеры высока и варьирует от 78% до 83%. Запас её фитомассы снижается с глубиной в 2,5 раза – от 31,6 т/га до 12,8 т/га. Средний запас фитомассы цистозеры составляет 18,4 т/га.

Запасы *Ph. crispa* составляют 36 т (1,3% общих запасов макрофитов). Она встречается, преимущественно, на глубине 5–10 м. Запас её фитомассы возрастает с глубиной от 0,1 т/га до 0,4 т/га, его среднее значение составляет 0,3 т/га.

Участок урочище Джангуль – м. Прибойный. Запасы макрофитов достигают 3295 т, их величина возрастает с глубиной от 29,6 т до 1672,5 т, максимум выявлен на 3–5 м. В направлении от верхней к нижней сублиторальной зоне запас фитомассы макрофитов снижается на порядок - от 32,9 т/га до 3,2 т/га. В среднем, на 1 га их произрастает 14,1 т.

Запасы видов *Cystoseira* оценены в 2342 т, половина из них сосредоточена на глубине 3–5 м. С увеличением глубины от 0,5 м до 5 м они возрастают – с 26,6 т до 1218,4 т. Доля цистозеры в запасах макрофитов с глубиной снижается вдвое – с 90% до 45%, а запас её фитомассы – от 29,6 т/га до 1,4 т/га. В среднем, запас фитомассы цистозеры не превышает 10 т/га.

Запасы *Ph. crispa* велики – 194 т (6% общих запасов макрофитов). На глубине 0,5–1 м она не встречается, её заросли приурочены, в основном, к глубине 5–15 м (173,8 т). Доля филлофоры в запасах макрофитов с глубиной увеличивается с 0,1% до 38%, а запас фитомассы – с 0,02 т/га до 1,2 т/га. Средняя величина запаса фитомассы составляет 0,8 т/га.

Участок м. Тарханкут – урочище Атлеш. Запасы макрофитов достигают 5136,5 т. Их величина в направлении от 0,5 м до 5 м сублиторальной зоне возрастает в сотни раз – от 5,1 т до 3811,5 т, а глубже снижается более чем втрое – с 1016,6 т до 295,4 т. Запас фитомассы в диапазоне глубин 0,5–5 м увеличивается с 9,1 т/га до 16,7 т/га, а вблизи границы фитали не превышает 3,3 т/га. В среднем, на 1 га сосредоточено 11,6 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* оценены в 4035 т. С изменением глубины от 0,5 м до 5 м их величина возрастает в сотни раз – от 3,6 т до 3053,3 т. Наибольшие запасы сосредоточены на 3–5 м. Доля цистозеры в запасах составляет 71–80%. Наибольший запас её фитомассы (13,4 т/га) приурочен к 3–5 м, от 5 м до 15 м он ниже в 2,2–5,4 раза, а его средняя величина составляет 9,1 т/га.

Запасы *Ph. crispa* определены в 74 т (1,4% общих запасов макрофитов), более половины из них сосредоточено на глубине 3–5 м, а глубже её запасы не превышают 15,7–17,4 т. Вклад

филлофоры в общие запасы возрастает с глубиной от 0,02% до 5%, а запас её фитомассы повышается на два порядка – от 0,002 т/га до 0,2 т/га. Его средняя величина не превышает 0,2 т/га.

Участок урочище Атлеш – м. Урет. Запасы макрофитов оцениваются в 6660 т. В диапазоне глубин 0,5–5 м они возрастают от 45,8 т до 1730,7 т, с максимумом на 5–10 м – 2053,5 т. Запас фитомассы макрофитов с глубиной существенно снижается от 38,2 т/га до 5,8 т/га. В среднем, на 1 га произрастает 10,3 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* достигают 3449 т. Их величина в диапазоне глубин 0,5–3 м возрастает от 39,5 т до 1139,3 т, а затем снижается до 868,3 т. Доля цистозир в общих запасах колеблется от 38% до 86%, она максимальна на глубине 0,5–1 м. Запас фитомассы цистозир с глубиной уменьшается на порядок – от 32,9 т/га до 3,5 т/га, его средняя величина составляет 5,3 т/га.

Запасы *Ph. crispa* определены в 121 т (1,8% общих запасов макрофитов). Они сосредоточены, в основном, на 5–15 м (109 т), в интервале глубин 0,5–5 м – не превышают 0,001–11,3 т. В направлении от верхней к нижней сублиторальной зоне вклад филлофоры в общих запасах возрастает от 0,002% до 4%, запас фитомассы – более чем на два порядка – от 0,001 т/га до 0,25 т/га. Его средняя величина низка – 0,2 т/га.

Участок м. Урет – побережье у пос. Окуневка. Запасы макрофитов достигают 12815 т. Их величина варьирует от 137,8 т до 7437,1 т с максимумом на глубине 1–3 м. Запас фитомассы с глубиной снижается с 68,9 т/га до 11,5 т/га. В среднем, на 1 га сосредоточено 22,1 т макрофитов.

Запасы видов *Cystoseira* оцениваются в 7937 т. Их величина в диапазоне глубин 0,5–3 м возрастает от 119,1 т до 5502,2 т, к нижней границе произрастания уменьшается до 1282,3 т. Доля цистозир в общих запасах с глубиной снижается с 87 % до 42%, запас фитомассы – более чем на порядок – от 59,6 т/га до 4,8 т/га. Средняя величина этого показателя составляет 13,7 т/га.

Запасы *Ph. crispa* невелики – 54,5 т (0,4% общих запасов макрофитов). На мелководье филлофора встречается единично, её запасы с увеличением глубины от 1 м до 10 м возрастают более чем в 50 раз – с 0,9 т до 46,2 т, а доля в общих запасах – от 0,01% до 1,5%. Средний запас фитомассы не превышает 0,1 т/га.

Сравнительный анализ показал, что запасы макрофитов наиболее высоки в верхней и средней сублиторальной зоне, где запас их фитомассы варьирует от 9,1 т/га до 68,9 т/га, а в нижней – существенно ниже и колеблется от 3,2 т/га до 5,8 т/га. Наибольшие скопления макрофитов сосредоточены на участке урочище Рыбацкое – балка Капель, где средний запас их фитомассы составляет 25,1 т/га. Наиболее разреженные заросли макрофитов выявлены на участке урочище Атлеш – м. Урет, где эта величина вдвое ниже.

Запас фитомассы видов *Cystoseira* в верхней сублиторальной зоне изменяется от 6,5 т/га до 59,6 т/га, а в нижней – от 1,4 т/га до 3,5 т/га. Средний запас её фитомассы колеблется по участкам от 5,3 т/га до 20,5 т/га, его максимальная и минимальная величины выявлены на участках урочище Рыбацкое – балка Капель и урочище Атлеш – м. Урет соответственно.

Запас фитомассы *Ph. crispa* в верхней и средней сублиторальной зоне невелик и варьирует от 0,001 т/га до 0,3 т/га. Наиболее значительные скопления филлофоры зарегистрированы на глубине 10–15 м, где величина запаса фитомассы составляет 0,2–1,2 т/га. Максимальный и минимальный средний запас фитомассы филлофоры отмечен на участках урочище Джангуль – м. Прибойный и южный мыс б. Черноморская – урочище Рыбацкое, где он составляет 0,8 т/га и 0,001 т/га соответственно.

Выводы

Таким образом, запасы макрофитов в акватории Тарханкутского п-ова оцениваются в 37 тыс. т, из которых более 25,2 тыс. т приходится на виды *Cystoseira crinita* и *C. barbata* и 0,5 тыс. т – на *Phyllophora crispa*, что составляет 68% и 1,3% соответственно. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 15,6 т макрофитов, в том числе, 10,7 т цистозир и 0,2 т филлофоры. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что прибрежная зона Тарханкутского п-ова характеризуется высокой степенью сохранности донной растительности и имеет общегосударственное значение как её резерват на украинском шельфе Чёрного моря.

1. Еремеев В.Н. Современное состояние промысловых биоресурсов Черного моря / В.Н. Еремеев, А.Р. Болтачев, А.В. Гаевская, А.Н. Гришин, Ю.А. [и др.] // Морской экологический журнал – 2009. – Т. 8, № 4. – С. 5–23.
2. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря / А.А. Калугина-Гутник. – К.: Наук. думка, 1975. – 248 с.
3. Мильчакова Н.А. Макрофитобентос / Н.А. Мильчакова // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 152–208.

4. Мильчакова Н.А. Ресурсы макрофитов черноморского шельфа Украины: состояние и проблемы рационального использования / Н.А. Мильчакова, Н.В. Миронова, В.Г. Рябогина // Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы исследований: межд. науч. конф. 2006, Херсон. - Херсон, 2006. - С. 124-128.

Н.А. Мильчакова, Н.В. Миронова, В.Г. Рябогина

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

**СУЧАСНИЙ СТИАН ЗАПАСІВ МАКРОФІТОБЕНТОСУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ
ТАРХАНКУТСЬКОГО ПІВОСТРОВА (ЧОРНЕ МОРЕ)**

Загальні запаси макрофітів в акваторії Тарханкутського п-ова оцінюється як 37 тис. т, з яких більше ніж 25,2 тис. т припадає на види *Cystoseira* і 0,5 тис. т – на *Phyllophora crispa*, що складає 68% і 1,3% відповідно. В середньому, на 1 га досліджуваного узбережжя зосереджено 15,6 т макрофітів, включно 10,7 т – цистозіри і 0,2 т – філофори.

Ключові слова: макрофіти, ресурси, Cystoseira, Phyllophora

N.A. Mil'chakova, N.V. Mironova, V.G. Ryabogina

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**MODERN CONSISTING OF SUPPLIES OF MACROPHYTOBENTHOS IS OF OFF-SHORE
AREA OF TARKHANKUT (BLACK SEA)**

General stock of macrophytes in the water area of Tarkhankut peninsula is estimated in 37000 t. There is more than 25200 t belong to *Cystoseira* and 500 t - *Phyllophora crispa* (68% and 1,3% corr.). According estimated data 15,6 t macrophytes grow on 1 ga coastal zone, between it 10,7 t *Cystoseira* and 0,2 t *Phyllophora*.

Key words: macrophytes, resources, Cystoseira, Phyllophora

УДК 504.064.3:582.526.3(262.5)

Г.Г. МІНІЧЕВА, В.М.БОЛЬШАКОВ, А.Б. ЗОТОВ, Ю.С. ТУЧКОВЕНКО,
М.М. КОСЕНКО, Г.В. МАРИНЕЦЬ, Г.В. ШВЕЦЬ, К.С. ХОМОВА, О.М. РУСНАК,
Д.В. МІКУЛИЧ, Л.І. БОЙКО

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

**РЕАКЦІЇ, ПРОГНОЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОСТІ
ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНСЬКОГО ШЕЛЬФУ В УМОВАХ
ЛОКАЛЬНОГО, РЕГІОНАЛЬНОГО ТА ГЛОБАЛЬНОГО ВПЛИВУ**

У роботі представлені результати дослідження морфофункціональних реакцій водної рослинності (мікро–макрофітобетос, фітопланктон) на локальні, регіональні і глобальні чинники, що діють в північно-західній частині Чорного моря і прилеглих водоймищах на сучасному етапі.

Ключові слова: морфофункціональні показники, макрофіти, мікрофіти, фітопланктон, евтрофування, кліматичні реакції, технології переробки

Особливістю сучасного етапу для розвитку рослинності прибережної зони та шельфу північно-західної частини Чорного моря став перерозподіл ролі та зміна інтенсивності дії локальних (промислові та муніципальні скиди, гідротехнічне будівництво, зарегулювання лиманів та інших локальних водойм), регіональних (евтрофування, біологічне забруднення) і глобальних (порушення температурного, гідрологічного режиму, зростання кількості кліматичних аномалій) чинників.

Основна мета досліджень: на основі методології цілісного підходу і методів морфофункціональної екології водної рослинності, з урахуванням локальних, регіональних і глобальних чинників, діючих на сучасному етапі в північно-західній частині Чорного моря, виявити специфіку відповідних реакцій різних життєвих форм рослинності, дати прогноз подальшим перебудовам в автотрофній ланці та запропонувати використання нових рослинних об'єктів як сировини.

Матеріал і методи досліджень

Район дослідження охоплював прибережні і шельфові екосистеми, лимани і мілководні затоки північно-західної частини Чорного моря в період з 2006–2010 рр. Використано матеріал постійного моніторингового полігону «Біостанція», експериментальної підводної конструкції «Фітокарусель», розташованих на узбережжі міських пляжів Одеси, а також дані експедицій в район Філофорного поля Зернова (2006, 2008) та Каркінітської затоки (2008).

Як фонові аналізували температурний режим і потік сонячної енергії, що потрапляє на різні горизонти, та по-різному орієнтовані поверхні підводних конструкцій.

Оцінку структурно-функціональної організації угруповань фітопланктону, мікро-і макрофітів здійснювали з використанням класичних показників і комплексу показників поверхні одноклітинних та багатоклітинних водоростей, які розраховуються за допомогою спеціальних алгоритмів і комп'ютерних програм [2, 3]. В аналізі використано більше 2500 проб макрофітів і близько 500 проб планктонних та перифітонних мікрофітів, відібраних у польових та експериментальних роботах. Всього виконано близько 100 000 вимірювань функціонально залежних морфологічних параметрів одноклітинних та багатоклітинних водоростей, вищих водних рослин.

В роботі також використовувався комплекс числових моделей для розрахунку просторових полів вітро-хвильових течій в прибережній зоні моря та інтенсивності функціонування пелагічних угруповань фітопланктону [4]. Для макрофітів північно-західної частини Чорного моря вивчали хімічний склад, оцінювали технологічну властивість та можливість отримання з них комерційно придатної продукції [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Локальний вплив. Поряд з промисловими, муніципальними, дренажними скидами, рекреацією і портовим господарством, для останнього десятиліття для всього узбережжя стало знаковим масштабне перетворення берегової лінії у зв'язку з інтенсивним розширенням громадських та приватних рекреаційних зон, а також елітним будівництвом. У результаті берегоукріплюючого будівництва природний субстрат заміщаються бетонними і гранітними гідротехнічними конструкціями, істотно змінюючи як прибережний гідродинамічний режим, так і біотоп розвитку прибережної автотрофної ланки. Для вирішення цієї проблеми локального впливу розроблені методичні основи використання чисельних математичних моделей для опису вітро-хвильової динаміки вод в зонах значного антропогенного перетворення, включно межові зони взаємодій вітрових хвиль з берегозахисними спорудами відносно малого просторового масштабу (міські пляжі). Зокрема, розроблена числова математична модель вітро-хвильової циркуляції вод у прибережній зоні моря. Модель адаптована до умов типового пляжу, відокремленого від моря притопленим хвилеломом і може безпосередньо використовуватися для практичних рекомендацій по оптимізації екологічного стану в зонах берегозахисного будівництва. Також вперше отримані кількісні закономірності, що зв'язують продукційний процес рослинного обростання з орієнтацією поверхонь (азимут і кут нахилу гідротехнічної поверхні) впродовж вегетаційного періоду. Виявлені закономірності дозволяють задавати оптимальні інженерні параметри для штучних конструкцій, що розміщуються в прибережних зонах з метою отримання рослинної сировини і покращення якості морського середовища.

У цілому з факторів локального впливу на прибережну автотрофну ланку гідротехнічне перетворення берегової лінії в останнє десятиліття стало лідируючим. При цьому, некероване і неконтрольоване створення додаткового біотопу для водної рослинності, може істотно підвищувати небезпеку вторинного евтрофування і знижувати рекреаційні властивості прибережних акваторій.

Регіональний вплив. Основним регіональним фактором антропогенного походження в прибережній та шельфовій зонах північно-західної частини є евтрофування, що визначається стоком великих річок і формує структурно-функціональну організацію всіх життєвих форм рослинності даного регіону. Закономірності довготривалої динаміки евтрофування північно-західної частини, на кожному з етапів формували типовий морфофункціональний портрет рослинності, яка мала оптимальну можливість брати участь у продукційному процесі певної інтенсивності. При переході від природного етапу, який був до 60-х років минулого століття, до етапу інтенсивної евтрофікації (70–90 рр. XX ст.) та етапу стійкої тенденції деєвтрофування (кінець минулого початок нинішнього століття), закономірно змінювалися екологічна активність фітобентосу (рис.).

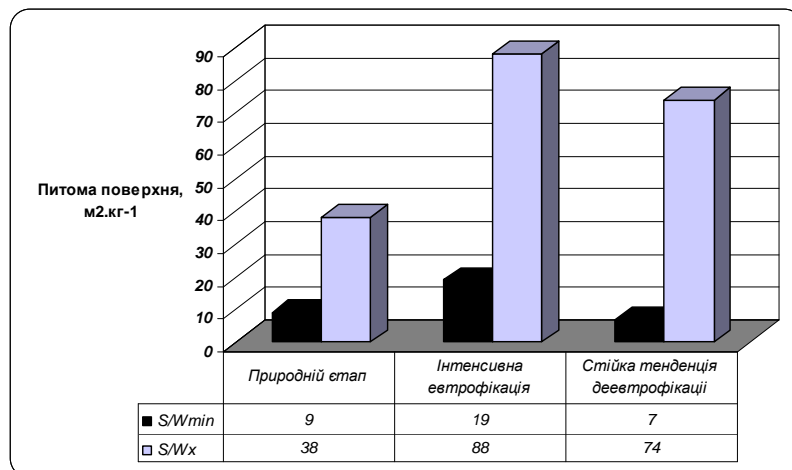


Рис. Характеристика екологічної активності угруповань макрофітів (S/W_{min} , S/W_x , $m^2 \cdot kg^{-1}$) на різних етапах евтрофування північно-західної частини Чорного моря

Основною особливістю останнього етапу стала різна швидкість процесу відновлення рослинності в шельфовій і прибережних зонах. У шельфовій зоні (глибини 25–50 м) цей процес відстає від прибережної зони (глибини до 10 м) приблизно на 20 років, через ефект вторинного евтрофування, пов'язаного з вимиванням біогенних елементів з донних відкладень шельфу. З урахуванням тенденцій сучасної деєвтрофікації і швидкості морфофункціональних процесів відновлення рослинних угруповань у північно-західній частині, прогнозується: відновлення угруповань *Phyllophora* в шельфовій зоні до рівня природного етапу через 15–20 років; відновлення прибережної популяції *Cystoseira* – через 8–12 років.

Глобальний вплив. Нині час глобальні зміни клімату проявляються не тільки через тенденцію підвищення середнього значення температури, а й шляхом зростання нестійкості погоди, яка пов'язана зі збільшенням частоти і сили злив, штормів, смерчів і циклонів [6]. У зв'язку з цим важливо, що висока природна пластичність автотрофних угруповань північно-західної частини, гарантує досить високу стійкість всіх життєвих форм водної рослинності до сучасних тенденцій кліматичних змін. Наприклад, мінливість прибережного фітобентосу в 2 рази, а фітопланктону в 6 разів вища, ніж існуюча міжрічна мінливість температури води. Найбільш небезпечною для рослинних угруповань, є не тенденція підвищення температури, а аномальні відхилення від норми. Аномалія температури в абсолютних одиницях, що у 2 рази перевищує квадратичне відхилення середнього значення для регіону, викликає відчутні зміни в продукційному процесі і структурі рослинних угруповань. Температурна аномалія 2002–2003 рр. більше, ніж у 2 рази перевищила критичне значення. У результаті було зафіксовано збільшення продукції фітобентосу на Одеському узбережжі в 2 рази, а також відбулися порушення в закономірностях сезонної динаміки макрофітів на 6–7 тижнів.

Можливості використання. Досліджено якість біомаси макрофітів, що в сучасних умовах північно-західного узбережжя і шельфу набувають масового характеру, і які на основі прогнозних оцінок розглядаються як потенційні сировинні джерела (роди *Polysiphonia*, *Ceramium*). Результати досліджень вуглеводного складу водоростей свідчать, що легкогідролізовані полісахариди цих водоростей є каррагініани. Попередня оцінка їх технологічних властивостей свідчить про можливість використання як сировини для отримання структуроутворювачів.

1. Бойко Л.И. Комплексное изучение и использование биохимического потенциала черноморских макрофитов с учетом современных экологических и экономических проблем / Л.И. Бойко, Д.В. Микулич, Л.В. Анцупова // 36. мат. міжн. конф. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії». – 2007. – С. 214–217.
2. Зотов А.Б. Расчет показателей поверхности фитопланктона с помощью компьютерной программы / А.Б. Зотов, М.С. Дятлова, А.В. Макаров // Экология моря. – 2003. – Т. 64. – С. 99–104.
3. Миничева Г.Г. Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г.Г. Миничева, А.Б. Зотов, М.Н. Косенко. – Одеса, 2003. – 37 с. (Препр. / АН Украины. Одесский Филиал Института биологии южных морей).
4. Тучковенко Ю.С. Моделирование гидродинамических процессов в мелководной прибрежной зоне г.Одессы / Тучковенко Ю.С., Сахненко О.И. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса: ОДЕКУ, 2008. – Вып.50, ч. 2. – С. 233–239.
5. Forth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2007: The physical science basis. – IPCC Secretariat, Switzerland, 2007. – P. 21.

Г.Г. Миничева, В.М. Большаков, А.Б. Зотов, Ю.С. Тучковенко, М.М. Косенко, Г.В. Маринец, Г.В. Швеи, К.С. Хомова, О.М. Руснак, Д.В. Микулич, Л.И. Бойко

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

**РЕАКЦИИ, ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
ЭКОСИСТЕМ УКРАИНСКОГО ШЕЛЬФА В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО,
РЕГИОНАЛЬНОГО И ГЛОБАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ**

В работе представлены результаты исследования морфофункциональных реакций водной растительности (микро-макрофитобетос, фитопланктон) на локальные, региональные и глобальные факторы, действующие в северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемах на современном этапе.

Ключевые слова: морфофункциональные показатели, макрофиты, микрофиты, фитопланктон, эвтрофирование, климатические реакции, технологии переработки

G.G. Minicheva, V.M. Bolschakov, A.B. Zotov, Yu.s. Tuchkovenko, M.M. Kostnko, G.V. Marinets, G.V. Shvets, K.S. Khomova, O.M. Rusnak, D.V. Mikulich, L.I. Boyko

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

**RESPONSE, PROGNOSIS OF THE STATE AND THE USE OF THE VEGETATIVE
ECOSYSTEM OF THE UKRAINIAN SHELF IN CONDITIONS OF LOCAL, REGIONAL AND
GLOBAL INFLUENCE**

The results of studies are shown of morphofunctional responses of aquatic vegetation (micro-macrophytobenthos, phytoplankton) to local, regional and global factors occurring in the northwestern Black Sea and adjacent water bodies today.

Key words: morphofunctional indexes, macrophytes, micro-macrophytobenthos, phytoplankton, eutrofication, climatic reactions

УДК 574.58:62-757.7:504.064.3(262.5)

И.П. МУРАВЬЁВА, Т.О. МИРОНОВА, Л.В. ЕНИНА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

**МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИПИДНО-
УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА И НЕКОТОРЫХ
МИКРОБИЛГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОПЕРИФИТОНА
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ
МОРЕ)**

Впервые получены данные о содержании нефтяных углеводов, гетеротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов в микроперифитоне макрообрастаний гидротехнических сооружений бухты Артиллерийской (Севастополь, Чёрное море). Отмечены повышенные значения количества нефтяных углеводов и нефтеокисляющих микроорганизмов на ст. 3, как наиболее загрязнённой.

Ключевые слова: липиды, углеводороды, нефтяные углеводороды, гетеротрофы, нефтеокисляющие микроорганизмы, микроперифитон

В бухте Артиллерийской (Севастополь, Чёрное море) проводятся систематические санитарно-биологические исследования по изучению процессов загрязнения и самоочищения в морской воде [2, 3]. На эти процессы оказывает влияние переход органических веществ с береговых естественных и искусственных структур в море [4]. В этой связи представляет интерес изучение органического вещества в микроперифитоне на поверхности мидий и водорослей макрофитов, поселяющихся на гидротехнических сооружениях.

Настоящая работа является очередным этапом в проведении мониторинговых исследований на полигоне в Артиллерийской бухте, целью которого было определение липидно-углеводородного

состава микроперифитона, содержание общего количества гетеротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на четырёх станциях бухты Артиллерийской (рис. 1), входящей в систему Севастопольских бухт. Материал отбирали ручным скребком с вертикальной бетонной стенки набережной в приповерхностном горизонте (0–30 см) ежеквартально с апреля 2008 г. по апрель 2010 г. Пробы были представлены на ст. 1, 2, 4 в основном водорослями – макрофитами, а на ст. 3 – двусторчатными моллюсками мидиями.

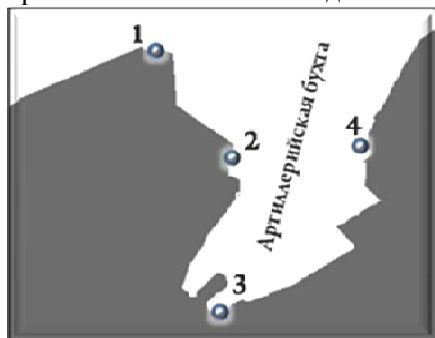


Рис. 1. Схема станций

В лаборатории для получения микроперифитона помещали по 100 г сырой массы обрастаний каждой пробы в химический стакан, заливали дистиллированной водой и интенсивно перемешивали стеклянной палочкой в течение 10 мин. Полученную взвесь фильтровали через мельничный газ № 55 и отстаивали в течение суток с последующим высушиванием на воздухе. Для анализа брали по 10 мг сухой навески в трёх повторностях.

Липидно-углеводородный комплекс экстрагировали смесью хлороформ-этанол (2:1). Липиды определяли по цветной реакции с фосфованилиновым реактивом по Агатовой, суммарные углеводороды фракционированием модифицированным методом тонкослойной хроматографии на пластинах «сорбфил» и дальнейшим денситометрированием [1].

Нефтяные углеводороды определяли в инфракрасном спектре (длины волн 2700 – 3100 см⁻¹) на ИК Фурье. Из этих же проб делали посеы для определения количества гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий.

Результаты исследований и их обсуждение

В исследованных образцах под микроскопом наблюдали микроводоросли (представителей родов *Navicula*, *Licmophora*, *Striatella*, *Bacillaria*, *Achnantes*, *Coscinodiscus*, *Pleurosigma*, *Amphora* и др.) взвесь из минеральных частиц (особенно много на ст. 3), детрит, попадались нематоды и микрофрагменты макрофитов.

Характер сезонных изменений содержания липидов на всех станциях одинаков (рис. 2). Повышенные значения их наблюдались в весенние и осенние периоды, что может быть связано со вспышкой численности микроводорослей в эти сезоны.

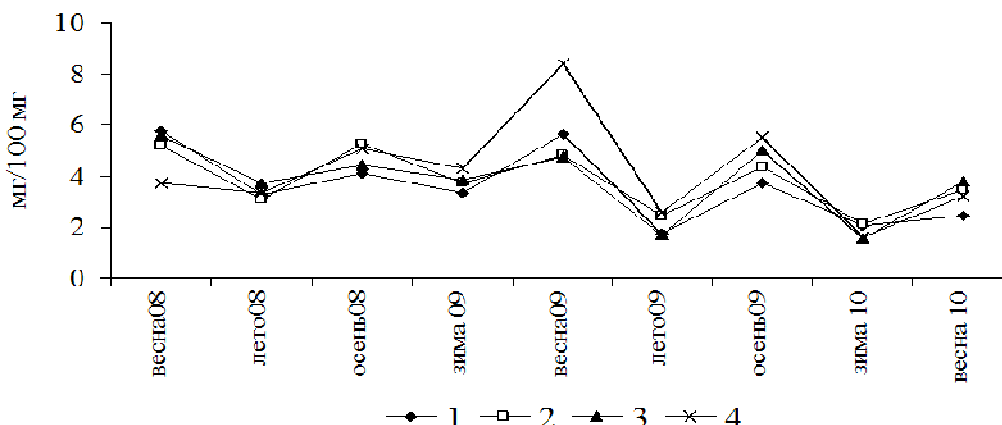


Рис. 2. Сезонные изменения содержания липидов в микроперифитоне на ст. 1-4

На рис. 3 представлено данніе о содержании углеводов. Можно отметить их наибольшее количество на ст. 3, что, по-видимому, связано с её местоположением, – место швартовки катеров, в результате чего наблюдается постоянное взмучивание воды, и в этом месте чаще всего собирается различный мусор, попадающий в бухту. Известна способность липофильных веществ морской воды концентрироваться на частицах минеральной взвеси, детрита [3], а в пробах микроперифитона на ст. 3 наблюдалось значительно большее количество минеральных частиц и детрита по сравнению с остальными станциями.

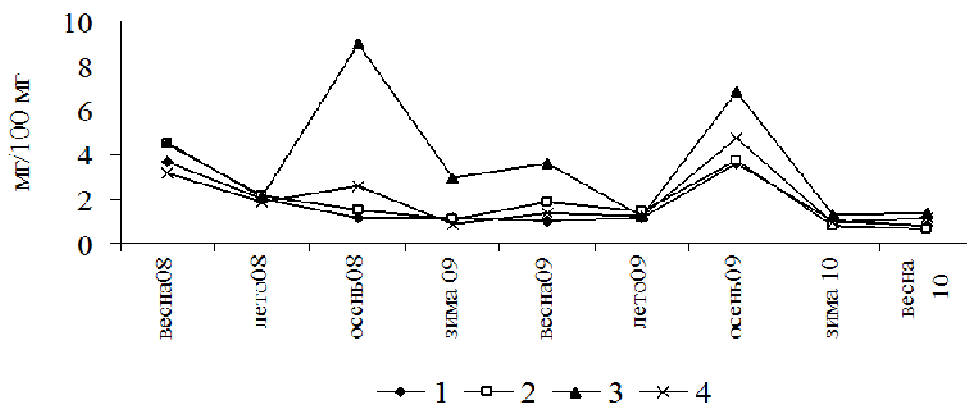


Рис. 3. Сезонные изменения содержания углеводов в микроперифитоне на ст.1-4

Повышенные значения нефтяных углеводов также отмечены в пробах на ст. 3 (рис. 4). Значительный пик их осенью 2008 г. на ст. 3 был связан, по-видимому, с несанкционированным поступлением нефтепродуктов в морскую воду.

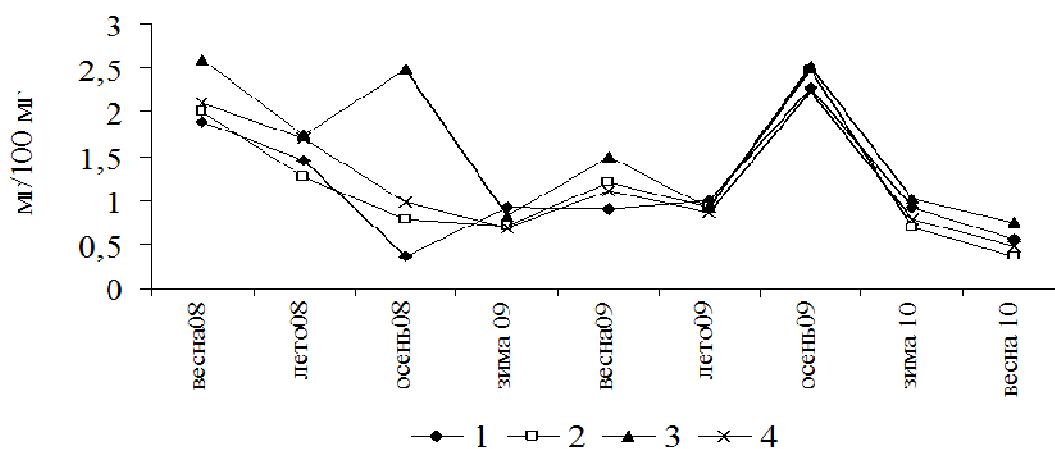


Рис. 4. Сезонные изменения содержания нефтяных углеводов в микроперифитоне на ст.1-4

В пробах на ст. 3 суммарные углеводороды в среднем составляли 48% от липидно-углеводородного комплекса, а на ст. 1, 2, 4 меньше (33–34%). При этом нефтяные углеводороды на ст. 3 составляли 53% от суммы углеводородов, тогда как на остальных станциях 63–71%. Вероятно, это связано с тем, что на ст. 3 микроперифитон был смыт с моллюсков, которые способны в значительной степени накапливать нефтяные углеводороды [5].

За весь период наблюдений средние величины исследуемых соединений колебались незначительно: липидно-углеводородного комплекса от $5,28 \pm 0,78$ мг/100 мг до $7,45 \pm 1,33$ мг/100 мг; суммарных углеводородов от $1,72 \pm 0,40$ мг/100 мг до $3,65 \pm 1,96$ мг/100 мг; нефтяных углеводородов от $1,14 \pm 0,22$ мг/100 мг до $1,60 \pm 0,27$ мг/100 мг. Наименьшие значения исследованных компонентов определены на ст. 1, а наибольшие – на ст. 3.

На рис. 5 представлена динамика численности гетеротрофных микроорганизмов в перифитоне на ст. 1–4. На станциях 2–4 их количество было порядка 10^4 – 10^6 кл./мл и за

исследуемый период изменялось незначительно, тогда как на ст. 1 численность была ниже (10^3) и размах колебаний значительнее.

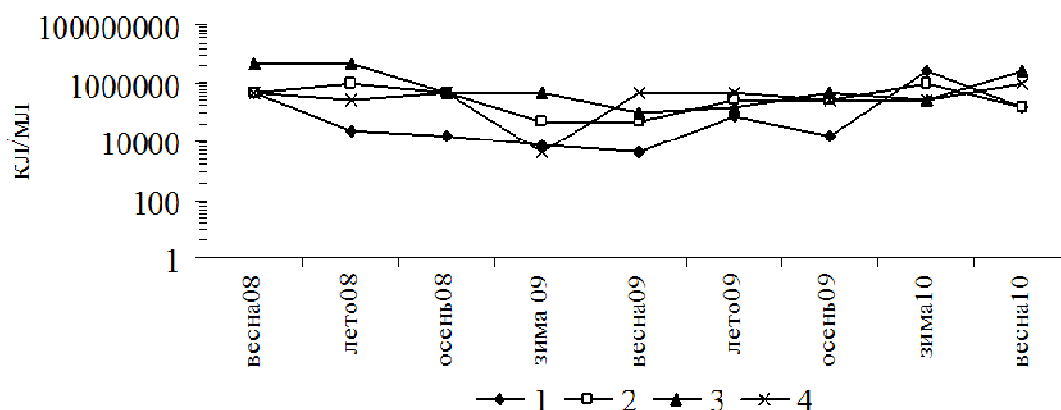


Рис. 5. Динамика численности гетеротрофов в микроперифитоне на ст. 1-4
Нефтеокисляющие микроорганизмы (рис. 6) были наиболее представлены на ст. 3.

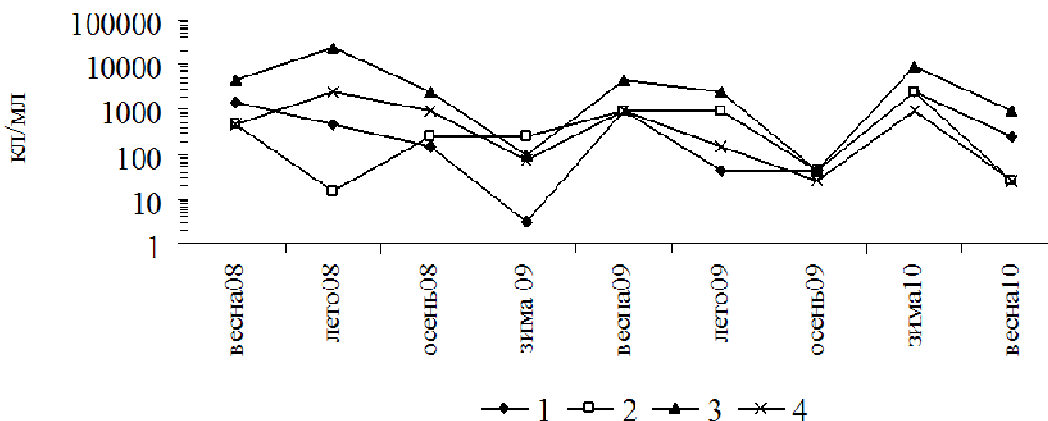


Рис. 5. Динамика численности нефтеокисляющих микроорганизмов в микроперифитоне на ст. 1-4

Средние микробиологические показатели за весь период наблюдений на ст. 3 были на порядок выше, чем на остальных станциях.

Выводы

Впервые получены данные о содержании нефтяных углеводородов, гетеротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов в микроперифитоне макрообрастаний гидротехнических сооружений бухты Артиллерийской (Севастополь, Чёрное море). Отмечены повышенные значения количества нефтяных углеводородов и нефтеокисляющих микроорганизмов на ст. 3, как наиболее загрязнённой.

1. Копытов Ю.П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов и углеводов/ Ю.П. Копытов // Экология моря. – 1983. – Вып. 13. – С. 76–80.
2. Миронов О.Г. Бактериальная трансформация нефтяных углеводородов в прибрежной зоне моря / О.Г. Миронов // Морск. экол. журнал. – 2002. – №1. – С. 56–66.
3. Миронов О.Г. Санитарно-биологические показатели морской воды бухты Артиллерийской Чёрного моря / О.Г. Миронов, И.П. Муравьёва, Т.О. Миронова // Морск. экол. журнал. – 2008. – Т. 7, № 3. – С. 59–63.
4. Миронов О.А. Нефтяные углеводороды на поверхности водорослей-макрофитов гидротехнических сооружений / О.А. Миронов // Экология моря. – 2007. – Вып. 74. – С. 56–58.
5. Миронов О.Г. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке / О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, С.В. Алёмов // НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2003. – 185 с.

І.П. Муравйова, Т.О. Миронова, Л.В. Єніна

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

**МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІПІДНО–ВУГЛЕВОДНЕВОГО СКЛАДУ І ДЕЯКИХ
МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МІКРОПЕРІФІТОНУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД
(СЕВАСТОПОЛЬ, ЧОРНЕ МОРЕ)**

Уперше отримані дані про вміст нафтових вуглеводнів, гетеротрофних і нафтоокислюючих мікроорганізмів в мікроперифітоні макрооб'єктів гідротехнічних споруд бухти Артилерійської (Севастополь, Чорне море). Підвищені значення кількості нафтових вуглеводнів і нафтоокислюючих мікроорганізмів відмічені на ст. 3 як найбільш забрудненої.

Ключові слова: ліпіди, вуглеводні, нафтові вуглеводні, гетеротрофи, нафтоокислюючі мікроорганізми, мікроперифітон

I.P. Muravjova, T.O. Mironova, L.V. Enina

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**MONITORING OF LIPID–HYDROCARBON COMPOSITION AND SOME MICROBIOLOGICAL
INDICATORS IN THE HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS MICROPERIPHYTON
(SEVASTOPOL, BLACK SEA)**

New data were obtained on the content of oil hydrocarbons, heterotrophic and oil-oxidizing microorganisms in the hydrotechnical constructions microperiphyton of the Artilleriskaya Bay (Sevastopol, Black Sea). It was marked an increased value of oil hydrocarbons and oil-oxidizing microorganisms on st. 3, as the most polluted.

Key words: lipids, hydrocarbons oil hydrocarbons, heterotrophs, oil-oxidizing microorganisms, microperiphyton

УДК [582.26:574] [262.5.05]

Д.А. НЕСТЕРОВА

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

**ВОДОРΟΣЛИ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ ВОД ПЕСЧАНЫХ
ПЛЯЖЕЙ ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА**

Видовое разнообразие водорослей интерстициальных вод песчаных пляжей побережья Одессы имеет сезонный характер и отличается от видового состава фитопланктона прибрежной части Черного моря. Эти отличия особенно заметны в составе зеленых водорослей.

Ключевые слова: интерстициаль, песчаные пляжи, видовое разнообразие, водоросли

В практике гидробиологических работ основное внимание исследователей традиционно было направлено на изучение фитопланктона открытых вод. Контактная зона море–берег, в которую входит своеобразная литоральная система интерстициаль, изучена меньше, чем пелагиаль [4].

Условия обитания организмов интерстициали весьма своеобразны. Ходы между отдельными песчинками могут быть заполнены как соленой, так и пресной поровой водой. Атмосферные осадки, просачивающиеся сквозь песок, влияют на ее солевой состав и газовый режим. Солнечный свет проникает на несколько сантиметров в поверхностный слой песка.

Исследования растительного мира песчаных пляжей Черного моря немногочисленны. В основном они были проведены у побережья Одессы и касались изучения видового разнообразия микроводорослей, живущих на поверхности песка или в песке, т. е. псаммона, и лишь косвенно касались водорослей, обитающих в интерстициали [1–3].

Цель работы – дать характеристику видового разнообразия и количественного развития микроводорослей, обитающих в интерстициали песчаных пляжей побережья Одессы.

Материал и методы исследований

Изучение микроводорослей интерстициали побережья Одессы проводили на двух песчаных пляжах – Лузановка и Ланжерон. Пробы интерстициальной воды объемом 1 дм³ отбирали с интервалом в

два місяця з листопада 2007 г. по липень 2009 г. в трьох виїмках (копанцях) з різною ступенню віддаленості від урзу води. Перша виїмка розпалагалась на расстоіанні 3 м від урзу води, друга – на 8 м і третя – на 13 м. В сравнительних целях проби фітопланктону отбирали в прибрежній полосе Чорного моря. Проби, фіксовані 40% нейтралізованим формаліном, оброблялись общепринятым методом. Всього собрано і оброблено 56 проб.

Результати досліджень і їх обговорення

Систематический состав водорослей, обнаруженных в интерстициали песчаных пляжей, представлен 47 видами водорослей из шести отделов. По числу видов доминировали *Bacillariophyta* – 18 и *Chlorophyta* – 17, далее следовали *Dinophyta* – 3, *Cyanophyta* – 4, *Chrysophyta* – 2, *Euglenophyta* – 2, *Cryptophyta* – 1. В составе водорослей постоянно встречались диатомовые *Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum*, динофитовая *Heterocapsa triquetra* и зеленые *Monoraphidium arcuatum*, *Pterosperma cristatum*, найдены также редкие в северо-западной части моря зеленые *Closteriopsis ciliata* и *Schroederia spiralis*. Видовым богатством отличались первые две копанки.

Согласно данным, приведенным в таблице, видовое разнообразие водорослей интерстициали менялось в разные сезоны года и значительно отличалось от разнообразия прибрежного фитопланктона.

Наибольшее число видов – 27, относящихся к 4 отделам, найдено в весенние месяцы. В их составе доминировали пресноводные *Chlorophyta* (13 видов) и *Bacillariophyta* (11). Видовое разнообразие *Dinophyta* (2) и *Cyanophyta* (1) было небольшим. Большинство видов диатомовых водорослей, найденных только в интерстициали относятся к микрофитобентосу. Планктонные диатомовые встречались как в интерстициальных, так и в морских водах. В мае 2008 г. в первой выемке пляжа Ланжерон происходило «цветение» воды, вызванное интенсивным развитием *Monoraphidium arcuatum*.

Таблица

Численность клеток водорослей (10^{-3} кл•л⁻¹) интерстициальных и морских вод песчаных пляжей побережья Одесского залива в 2007–2009 гг.

Таксон	Интерстициальная вода		Морская вода	
	Min	Max	Min	Max
ВЕСНА				
BACILLARIOPHYTA				
<i>Attheya decora</i> West	2,3	11	–	–
<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	–	23,6	1,2	1,7
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kütz.	–	2,4	–	–
<i>Licmophora Ehrenbergii</i> (Kütz) Grun.	–	1,3	–	6,8
<i>L. flabellata</i> (Cannich ex Gruv.) C. Agardh	–	2,3	–	–
<i>Melosira moniliformis</i> (O. Müll.) Ag.	–	3,8	–	–
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehr.) W. Sm.	2,4	4	28	6,4
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heiden	38,0	105,8	–	–
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev) Cl.	–	40,4	12,9	65
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) Williams et Roud.	2,3	2,7	–	–
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	–	3,7	3,2	3,2–
DINOPHYTA				
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Her.) Stein	1,8,	2,3	27,4	240
Цисты Dinophyta	1,1	4,7	–	–
CHLOROPHYTA				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	–	9,4	–	–
<i>Coenococcus planktonicus</i> Korsch.	–	11	–	–
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W., G. S. West	–	16,4	–	–
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.	–	47,1	–	–
<i>Golenkiniopsis parvula</i> (Woronich.) Korsch.	–	2,4	–	–
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	2,7	5505	6,4	240
<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	–	2,5	–	–
<i>M. tortile</i> (W.et G.S.West) Rom.–Legn.	–	9,4	–	–
<i>Oocystis borgei</i> Snow	–	18,8	–	–

МОРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ

Продолжение таблицы				
<i>Paradoxia multiseta</i> Swir.	–	2	–	–
<i>Pterosperma cristatum</i> Schill.	1,3	1,8	–	–
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	–	23,6	–	–
<i>Schroederia spirales</i> (Printz) Korsch.	–	1,7	–	–
CYANOPHYTA				
<i>Merismopedia minima</i> G. Beck.	–	29,4	–	–
ЛІТО				
BACILLARIOPHYTA				
<i>Achnanthes longipes</i> Ag.,	–	2,7	–	–
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.	–	4,5	–	–
<i>Cyclotella planctonica</i> Brun.	–	1,5	–	–
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	–	3,1	–	–
<i>Navicula</i> sp.	–	3,1	–	–
<i>Nitzschia closterium</i> (Her.) W. Sm.	1,2	3,1	–	16,7
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sundström	–	3,1	–	69
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev) Cl.	14,5	15,5	190	363,8
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	–	3,1	–	–
DINOPHYTA				
<i>Gymnodinium najadeum</i> Schill	2,7	7,9	–	–
Цисты Dinophyta	–	6,2	–	–
CRYPTOPHYTA				
<i>Cryptomonas</i> sp.	–	6,2	–	–
CHLOROPHYTA				
<i>Chlorolobion braunii</i> (Näg.) Kom.-Legn.	–	10,7	–	–
<i>Closteriopsis longissima</i> (Lemm.) Lemm.	–	5,3	–	–
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	2,4	13,4	4,8	150
<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom.-Lagn.	–	10,6	–	–
<i>Oocystis parva</i> W., G. S. West	–	2,7	–	–
<i>Oocystis</i> sp.	–	4,8	–	–
<i>Pterosperma cristatum</i> Schill.	–	3,1	–	–
CYANOPHYTA				
<i>Cyanosarina thalassia</i> Anagh et Partazidou*)	87,0	870,4	–	–
<i>Oscillatoria</i> sp.	6,0	9,9	–	–
EUGLENOPHYTA				
<i>Eutreptia lanowii</i> Steur	–	–	–	–
<i>Euglena</i> sp.	–	1,5	–	–
ОСЕНЬ – ЗИМА				
BACILLARIOPHYTA				
<i>Navicula</i> sp.	3,3	3,3	–	0,9
<i>Nitzschia closterium</i> (Her.) W. Sm.	0,7,	1,8	–	8,2
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	–	8,0	–	–
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev) Cl.	2,2	283,3	191,1	1444
DINOPHYTA				
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein	–	1,7	–	193,2
Цисты Dinophyta	0,7	9,0	–	–
CHLOROPHYTA				
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	1,9	226,5	–	8,2
<i>Pterosperma cristatum</i> Schill.	1,8	3,6,	–	–
CYANOPHYTA				
<i>Synechocystis salina</i> Wisl.	–	18,7	–	–
CHRYSTOPHYTA				
<i>Coccolithus</i> sp.	–	0,5	–	–
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohm.) Hay, Mohler	–	1,8	–	–

Примечание. * численность *Cyanosarina thalassia* приведена в 10^{-6} кл/дм³.

В летние месяцы видовой состав водорослей интерстициали по сравнению с весенними изменился. Выявлено 23 вида из 6 отделов. Отмечено уменьшение видового разнообразия *Bacillariophyta* (9), среди которых доминировали морские виды, и *Chlorophyta* (7). Далее по числу найденных видов следовали *Dinophyta* (2), *Cyanophyta* (2) и, не отмеченные весной, *Cryptophyta* (1) и *Euglenophyta* (2). Почти все виды водорослей интерстициали не были найдены в море. В июле 2009 г. в трех выемках пляжей Ланжерон и Лузановка “цветение” воды вызывала вспышка развития морского эпипланта, пикопланктонной синезеленой водоросли *Cyanosarina thalassia* [5]. На пляже Лузановка максимальная численность клеток этой синезеленой ($870,4 \cdot 10^6$ кл/л.) отмечена в первой выемке, а на пляже Ланжерон – в третьей ($1392,6 \cdot 10^6$ кл/л.). В прибрежной части моря *Cyanosarina thalassia* в составе фитопланктона не найдена.

В осенне-зимние месяцы в интерстициали найдено 11 видов водорослей из 5 отделов, в том числе *Bacillariophyta* – 4, *Dinophyta* – 2, *Chlorophyta* – 2, *Cyanophyta* – 1 и *Chrysophyta* – 2. Большинство видов диатомовых оказались общими как для интерстициали, так и для моря, что отличало зимние месяцы от летних.

Выводы

Таким образом, полученные данные показали, что видовое разнообразие водорослей интерстициальных вод песчаных пляжей побережья Одессы имеет сезонный характер и отличается от состава фитопланктона прибрежной части Черного моря. Эти различия, чаще проявляющиеся в весенние и летние месяцы, особенно были заметны в составе зеленых водорослей.

1. Герасим'юк В.П. Водорості псамону одеських пляжів / Герасим'юк В.П., Тарасова О.О. // Вісник ОДУ. – 2000. – Т. 5, вип. 1. – С. 122–127.
2. Герасим'юк В.П. *Bacillariophyta* інтерстициали Одеського залива Чорного моря / Герасим'юк В.П., Кирилина А.Е. // Альгологія. – 2001. – Т. 11, №. 3. – С. 360–370.
3. Гусляков М.О. Водорості мезофітопсамону Чорного моря / Гусляков М.О., Ковтун О.О. // Вісник ОДУ. – 2000. – Т. 5, вип. 1. – С. 129–134.
4. Зайцев Ю.П. Сообщество микроорганизмов поровых вод песчаных пляжей Черного моря. Факты и гипотезы / Ю.П. Зайцев // Мікробіологія і біотехнологія. – 2008. – №. 2. – С. 8–19.
5. Коваленко О.В. Первая находка в Украине *Cyanosarina thalassia* Anagh et Partazidou, 1991 (*Cyanoprocarota*) / О.В. Коваленко, Д.А. Нестерова // Альгологія. (В печати).

Д.А. Нестерова

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ВОДРОСТІ ІНТЕРСТИЦІАЛЬНИХ ВОД ПІЩАНИХ ПЛЯЖІВ УЗБЕРЕЖЖЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Видове різноманіття водоростей інтерстиціальних вод піщаних пляжів Одеси змінюється сезонно і відрізняється від складу фітопланктону прибережної частини Чорного моря. Ці відмінності особливо помітні у видовому складі зелених водоростей.

Ключові слова: інтерстиціаль, піщані пляжі, видова різноманітність, водорості

D.A. Nesterova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

ALGAE INTERSTITIAL WATERS OF SANDY BEACHS OF COAST OF ODESSA GULF

The species diversity of algae of interstitial waters of coastal sandy beaches in Odessa has a seasonal character which differs in composition from the phytoplankton in the coastal Black Sea waters. These differences are especially marked in the composition of green algae.

Key words: interstitial, sandy beaches, specific variety, algae

УДК 582.252(262.5)

С.Е. НИКОНОВА

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125 Украина

ЦИСТЫ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОДЕССКОГО И ТЕНДРОВСКОГО РЕГИОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Цисты динофитовых водорослей в донных осадках Одесского и Тендровского регионов были представлены 19 таксонами, относящимися к 5 семействам, 6 родам. Обнаружение цист потенциально токсичных видов динофлагеллят, а также видов, способных инициировать «цветения» воды, свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке.

Ключевые слова: динофитовые водоросли, цисты, Черное море, токсичные виды

Во всем мире особый интерес вызывают исследования водорослей, находящихся в состоянии покоя. В донных отложениях постоянно содержится большой «фонд» цист и спор, которые прорастают при благоприятных условиях. Роль покоящихся стадий микроводорослей в формировании видового разнообразия и в возникновении «цветений» воды изучена недостаточно. Специальные исследования, посвященные видовому богатству и распределению цист водорослей в северо-западной части Черного моря, начаты сравнительно недавно [1].

Цель настоящей работы – исследовать видовой состав и распределение численности цист динофитовых водорослей, в том числе потенциально-токсичных и вызывающих «цветение» воды видов в изучаемых регионах.

Материал и методы исследований

Исследования цист динофлагеллят проводили в Одесском (участок прибрежной акватории, заключенной между устьями Сухого и Малого Аджалыцкого лиманов) и Тендровском (глубоководная часть Тендровского залива с примыкающим к нему Ягорлыцким заливом и районом Одесской банки) регионах. Пробы собраны в августе–сентябре 2007 г. на 36 станциях: в Одесском регионе 17, Одесской банке – 4, Тендровском заливе – 6, Ягорлыцком – 9 проб.

Донные отложения отбирали дночерпателем Петерсена площадью захвата 0,1 м², для исследования брали верхний двухсантиметровый слой. К 5 г пробы добавляли 50 мл стерильной морской воды, фильтровали через ряд сит (планктонный газ 90 мкм и 20 мкм), затем проводили подсчет и идентификацию организмов. Численность цист выражали в экзemplарах на 1 грамм сухого веса донных отложений. Для идентификации объектов использовали работы К. Matsuoka [2] и Т.Ю. Орловой [3].

Полученные данные обрабатывали с использованием пакета программ многомерного статистического анализа PRIMER V. 5.2.8 [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Выявлены цисты 19 таксонов динофитовых водорослей, относящихся к 5 семействам, 6 родам (*Scrippsiella*, *Protoperidinium*, *Lingulodinium*, *Gymnodinium*, *Alexandrium*, *Enciculifera*), 4 таксона не были идентифицированы.

В Одесском регионе грунты представлены различным типом донных отложений: пески, ракуша, черный и серый ил. В ходе исследований в донных отложениях Одесского региона зарегистрировано максимальное число видов (18) и максимальная численность цист (до 13500 экз.·г⁻¹). В таксономическом составе преобладали, главным образом, виды родов *Protoperidinium* и *Scrippsiella* (по 4 вида).

На станциях с глубинами до 15 м донные отложения представлены в основном ракушей и песками. На этих станциях обнаружены цисты 14 таксонов, количество видов на станциях варьировало от 2 до 5 (в среднем, 3,9±1,3), численность – от 150 экз.·г⁻¹ до 3150 экз.·г⁻¹ (в среднем, 1050±960 экз.·г⁻¹). На станциях, расположенных на глубинах более 15 м, где грунты преимущественно илистые, выявлены цисты 18 таксонов. На этих станциях отмечено от 6 до 10 видов (в среднем 8,1±1,1), что в 2 раза больше, чем на станциях с песчаными грунтами. В илах численность цист варьировала от 2600 экз.·г⁻¹ до 13500 экз.·г⁻¹ (в среднем, 7900±3800 экз.·г⁻¹), что в среднем почти в 8 раз больше, чем на станциях с песчаными грунтами и ракушей. Индекс

Шеннона в Одесском регионе в среднем составил $2,192 \pm 0,23$ бит. Сходство станций по таксономическому составу и численности 23,09% (индекс Брей-Куртиса). Индикационные таксоны, которые обуславливали сходство и определяли особенности структуры таксоцены (суммарный вклад в среднее внутрикомплексное сходство станций около 90%) в районе Одесского региона были *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech, 1988 (относительный вклад в среднее сезонное внутрикомплексное сходство составил $S_i=63,21\%$, частота встречаемости 100%), *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, 1989 ($S_i=14,60\%$, частота встречаемости 53%), *Protoperidinium conicoides* (Pauls.) Balech, 1973 и *Alexandrium* sp. 1 ($S_i=5,60\%$ и $S_i=5,00\%$, частота встречаемости 65% и 59% соответственно).

Тендровский регион. В районе Одесской банки в донных отложениях, представленных ракушей и песком, выявлены цисты 6 таксонов водорослей. Численность цист была очень низкой – от 50 до 100 экз. $г^{-1}$ сухого грунта, в среднем, 80 ± 22 экз. $г^{-1}$. Исключение – станция, расположенная недалеко от канала, соединяющего Тилигульский лиман с морем, где численность цист в 5 раз превышала среднюю для этого района (490 экз. $г^{-1}$). Индекс Шеннона в районе Одесской банки $1,486 \pm 0,19$ бит. Сходство станций по таксономическому составу и численности – 29,72 %. Индикационными таксонами были *S. trochoidea* (относительный вклад в среднее сезонное внутрикомплексное сходство $S_i=71,87\%$, частота встречаемости 100 %), *Scrippsiella* sp. 1 и *Alexandrium* sp. 1 ($S_i=12,06\%$ и $S_i=8,08\%$, частота встречаемости по 50 %).

Тендровский залив. В глубоководной западной части залива, сообщаемой с морем, грунты представлены илами, ракушечником и песками. Обнаружили цисты 10 видов динофлагеллят. Распределение численности неравномерно – от 100 экз. $г^{-1}$ до 3000 экз. $г^{-1}$, в среднем 1100 ± 501 экз. $г^{-1}$ сухого грунта. Как и в Одесском регионе, высокие показатели численности отмечены на станциях с илистыми донными отложениями – 2680 ± 300 экз. $г^{-1}$, на станциях с песчаными донными отложениями и ракушей численность цист на порядок ниже – 250 ± 205 экз. $г^{-1}$. Индекс Шеннона $1,834 \pm 0,25$ бит. Отмечено низкое сходство станций по таксономическому составу и численности (15,46%), индикационными видами были *S. trochoidea* ($S_i=70,28\%$, частота встречаемости 100%), *Gymnodinium* cf. *catenatum* Graham, 1943 ($S_i=14,85\%$, встречаемость 67 %) и *P. conicoides* ($S_i=7,91\%$, встречаемость 50 %).

В грунтах Ягорлыцкого залива, представленных ракушей и песком, выявлены цисты 6 таксонов динофитовых водорослей. Относительно глубоководные станции Ягорлыцкого залива (глубина 3–6 м) по численности цист близки со сходными по типу грунта станциями Тендровского залива (230 ± 100 экз. $г^{-1}$). На мелководных станциях с глубиной менее 2 м отмечена низкая численность цист, в среднем – 90 ± 50 экз. $г^{-1}$ сухого грунта. Индекс Шеннона $0,516 \pm 0,16$ бит. Выявлено высокое сходство станций по таксономическому составу и численности (52,63%), его обуславливал индикационный вид, – *S. trochoidea* ($S_i=97,90\%$), обычными были цисты *G. cf. catenatum* (частота встречаемости 44%), остальные виды встречались редко.

В районе исследования обнаружены цисты потенциально токсичных и опасных видов динофлагеллят, а также цисты нетоксичных видов микроводорослей, способных инициировать “цветения” воды. К потенциально токсичным относятся представители рода *Alexandrium*, *G. cf. catenatum* и *L. polyedrum* – продуценты сакситоксина и его аналогов, которые аккумулируются в гидробионтах и вызывают отравления людей морепродуктами. Цисты этих видов зарегистрированы в большинстве районов исследования. В Тендровском регионе цисты *Alexandrium* spp. и *L. polyedrum* отмечены единично, их численность не превышала 40 экз. $г^{-1}$, в то время как частота встречаемости цист *G. cf. catenatum* составила 44–66% при максимальной численности в Тендровском заливе – 240 экз. $г^{-1}$. В Одесском регионе встречаемость цист видов рода *Alexandrium* составила 59%, при этом численность цист этих видов превысила 1000 экз. $г^{-1}$ на 2-х станциях из 17, встречаемость цист *L. polyedrum* и *G. cf. catenatum* составила соответственно 53% и 23%, при этом численность *L. polyedrum* свыше 1000 экз. $г^{-1}$ отмечена на 6-ти станциях, а *G. cf. catenatum* – на 2-х станциях.

Потенциально токсичные виды *L. polyedrum*, *G. cf. catenatum* и нетоксичный вид *S. trochoidea*, цисты которых обнаружены во всем исследуемом районе, способны вызывать “цветение” воды. *S. trochoidea* – космополит, широко распространен в прибрежных водах. Во всем исследуемом районе частота встречаемости цист *S. trochoidea* составила 97%, средняя численность в Одесском регионе 1650 ± 15800 экз. $г^{-1}$, в Тендровском – 190 ± 150 экз. $г^{-1}$.

Проведена оценка статистической достоверности отличий между априори выделенными комплексами цист на основе их таксономического состава и численности по районам, характеру грунта и глубине отбора проб (ANOSIM-тест). Наибольшие различия в структуре таксоценологических комплексов цист выявлены между Одесским регионом и Ягорлыцким заливом

(R-статистика=0,437 при рівні значимості 0,1%). Статистически достовірні розлики в структурі комплексів цист в донних відкладеннях розлиного тиа обнаружены между черными илми и песчаными грунтами (R-статистика=0,608 при рівні значимості 0,1%), и между таксоцнами, виявленными в грунтах на глубине более 20 м и в диапазоне 2–5 м (R-статистика=1,0 при рівні значимості 0,1 %).

Выводы

В донных отложениях Одесского и Тендровского регионов обнаружены цисты динофлагеллят, способных к массовому размножению, что свидетельствует о потенциальной возможности возникновения “цветения” воды, вызванного, в том числе, и токсичными видами.

1. *Никонова С.Е.* Сравнительный анализ структуры таксоценологических комплексов цист динофитовых водорослей Одесского региона / С.Е. Никонова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2008. – Вып. 17. – С. 362–370.
2. *Matsuoka K.* Technical guide for modern dinoflagellate cyst study / Matsuoka K., Fukuyo Y.. – WESTRAC-HAB/WESTRAC/IOC, 2000. – 187 p.
3. *Orlova T.Yu.* Dinoflagellate Cysts in Recent marine Sediments from the East Coast of Russia / T.Yu. Orlova, T. Morozova, K.E. Gribble [et al.] // Botanica Marina. – 2004. – N47. – P. 184–201.
4. *Warwick R.M.* Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation / Warwick R.M., Clarke K.R. – Natural Environment Research Council: UK, 1994. – 144 p.

С.С. Ніконова

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ЦИСТИ ДІНОФІТОВИХ ВОДОРОСТЕЙ ОДЕСЬКОГО ТА ТЕНДРІВСЬКОГО РЕГІОНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Цисти дінофітових водоростей у донних відкладеннях Одеського і Тендрівського регіонів були представлені 19 таксонами, що відносяться до 5 родин, 6 родів. Виявлення цист потенційно токсичних видів дінофлагеллят, а також видів, здатних ініціювати шкідливі “цвітіння”, свідчить про несприятливий екологічний стан.

Ключові слова: дінофітові водорості, цисти, Черне море, токсичні види

S. Ye. Nikonova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE DINOFLAGELLATES CYSTS OF ODESSA AND TENDRA REGIONS OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA

The dinoflagellates cysts in the sediments of Odessa and Tendra regions were presented by 19 taxa belonging to 5 families and 6 genera. Occurrence of dinoflagellate cysts of potentially toxic species, and also species capable to initiate the harmful algal bloom, says about the unfavorable environmental conditions.

Key words: dinoflagellates, cysts, Black Sea, toxic kinds

УДК 597.2/5:612.22:591.1:577.12

Н.В. НОВИЦКАЯ, А.А. СОЛДАТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРИТРОИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕМОЛИМФЫ ANADARA INAEQUIVALVIS В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНОКСИИ

В условиях экспериментальной аноксии в гемолимфе анадары отмечали набухание (свелинг) и лизис значительной части эритроидных элементов. Разрушению подвергались преимущественно

клетки более поздних генераций. На этом фоне происходило увеличение линейных и объемных характеристик эритроцитов и их ядер.

Ключевые слова: моллюски, аноксия, гемолимфа, эритроидные элементы

Представители рода двустворчатых моллюсков *Anadara* отличаются повышенной устойчивостью к экстремальным формам гипоксии и аноксии [6]. Они способны обходиться без кислорода в течение 15-ти и более суток [5]. Гемолимфа этих животных содержит эритроцитарный гемоглобин и имеет высокую кислородную емкость, что отличает ее от других видов двустворок [4, 9]. В раковине выявлен значительный ресурс свободного D-аспартата, который вовлечен в анаэробный обмен [7]. В условиях анаэробноза моллюск направленно реорганизует тканевой метаболизм, активно вовлекая белковые субстраты в процессы регенерации макроэргов [3].

В настоящей работе рассматривается реакция эритроидных элементов гемолимфы *Anadara inaequalis* Bruguiere на экспериментальную аноксию в условиях *in vivo*.

Материал и методы исследований

Экспериментальная часть работы выполнена на специально разработанном стенде, который позволяет поддерживать заданную температуру и концентрацию кислорода в воде. В камеру объемом 13,5 дм³ помещали 30 особей анадары (длина раковины 30–33 см). Содержание кислорода в воде снижали в течение 2,5–3,0 часов с 8,5–8,7 до 0 мг/дм³ прокачиванием N₂. Контроль за величиной PO₂ осуществляли потенциометрически. Температура воды поддерживали на уровне 20±1°C. Фотопериод – 12 часов день : 12 часов ночь. Экспозиция – 3-е суток. Контрольная группа моллюсков содержалась в аналогичных условиях при концентрации кислорода в воде 8,5–8,7 мг/дм³ (95–97% насыщения). Ежедневно в опыте и контроле производили полную смену воды в емкостях для удаления метаболитов.

Образцы гемолимфы получали из экстрапалиарного пространства при помощи шприца. Клетки трижды отмывали в изотоническом NaCl (3500 об. мин⁻¹, 15 минут). Затем изготавливали мазок, который окрашивали по комбинированному методу Паппенгейма. На мазке при помощи окуляра–микрометра измеряли большой и малый диаметры клеток (C₁, C₂) и ядер (N₁, N₂). Увеличение – 1500×. Объем выборки – 100 клеток на мазок. По формуле эллипсоида вращения рассчитывали объем ядра (V_n).

В гемолимфе определяли концентрацию гемоглобина при помощи гемиглобинцианидного метода, количество эритроидных форм подсчитывали в камере Горяева, гематокрит оценивали путем центрифугирования (3500 об. мин⁻¹, 15 мин.) в специальном гематокритном роторе [1]. На основании полученных значений рассчитывали эритроцитарные индексы: среднечеточные содержание и концентрацию гемоглобина – MCH и MCHC соответственно и среднечеточный объем – MCV [1]. Используя значения V_n и MCV определяли ядерно-плазматический индекс – V_n/MCV.

Результаты представлены как $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$. Сравнение анализ проводили при помощи t-критерия Стьюдента. О нормальности распределения судили по сопоставлению среднеарифметической величины и моды.

Результаты исследований и их обсуждение

Концентрация гемоглобина, число эритроцитов и гематокрит у контрольной группы моллюсков составляли соответственно 21,1±3,1 г/дм³, 53,5±12,8 (10³) клеток мкл⁻¹, 4,79±1,07%. В условиях экспериментальной аноксии они не претерпевали существенных изменений. Отмечалась лишь некоторая тенденция понижения значений первых двух показателей и рост последнего. Однако различия не были статистически выражены.

Расчет эритроцитарных индексов, проведенный на основе гематологических характеристик гемолимфы анадары, напротив, показал наличие выраженных изменений (рис. 1). Среднечеточный объем (MCV) увеличился на 18,4% (p<0,01) и составил 1085±70 мкм³. Это происходило на фоне снижения MCHC при сохранении значений MCH. Такое соотношение показателей предполагает набухание клеток (свелинг). Ранее его отмечали у эритроцитов рыб в условиях внешней гипоксии [2, 10]. Процесс обусловлен трансмембранным обменом Na⁺/H⁺, который индуцируется повышением концентрации катехоламинов в крови и предполагает гидратацию цитоплазмы клетки [8]. По-видимому, эта последовательность событий и реализуется в эритроидных элементах гемолимфы анадары. Это подтверждает также анализ цитометрических характеристик.

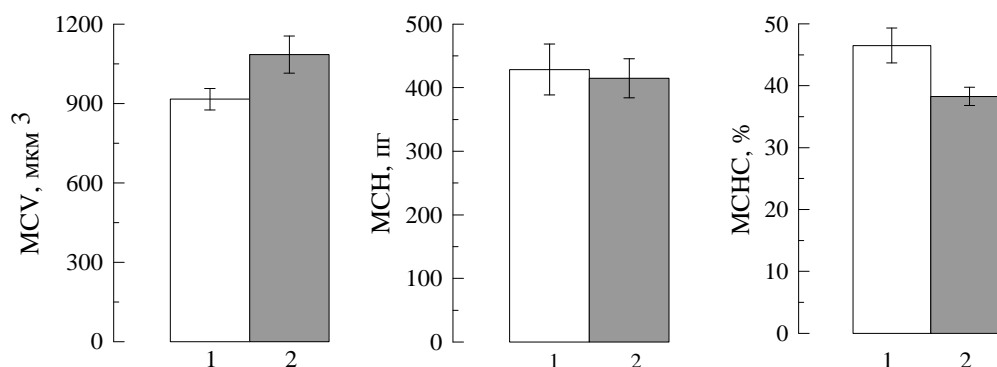


Рис. 1. Значения эритроцитарных индексов для эритроидных элементов гемолимфы анадары в условиях нормоксии (1) и аноксии (2)

Эритроидные элементы гемолимфы моллюска имеют слегка эллипсоидную форму. Большой (C_1) и малый (C_2) диаметры клетки у контрольной группы особей составили $11,3 \pm 0,3$ и $10,2 \pm 0,3$ мкм соответственно. Цитоплазма ацидофильная, что отражает присутствие гемоглобина. Клетки содержат ядро. Оно небольшое и также имеет эллипсоидную форму. Продольные (N_1) и поперечные (N_2) размеры этой структуры соответствуют $3,79 \pm 0,09$ и $3,09 \pm 0,11$ мкм. Содержимое ядра компактное с высококонцентрированным хроматином, цвет резко базофильный, что свидетельствует о низкой функциональной активности данной структуры. Объем ядра (V_n), рассчитанный по формуле эллипсоида вращения, составил $19,3 \pm 1,9$ мкм³.

Аноксия сопровождалась ростом линейных размеров клеток красной крови и их ядер. Продольное и поперечное сечение эритроцитов (C_1 , C_2) увеличивалось соответственно на 5,5% и 8,0% ($p < 0,05$) относительно контрольной группы животных. Клетки становились более округлыми. Разница $C_1 - C_2$ уменьшалась на 18,3% ($p < 0,05$). Параллельно увеличивались и линейные размеры клеточных ядер (N_1 , N_2) на 3–8%. Особенно был замечен рост объема ядра – 22,5% ($p < 0,05$). Увеличение размеров данной структуры было пропорционально росту объема клетки (табл. 1). Ядерно-плазматический индекс V_n/MCV не изменялся.

Таблица 1

Морфо-метрические особенности эритроидных элементов анадары в условиях экспериментальной аноксии

Показатели	Условия эксперимента	
	Нормоксия	Аноксия
MCV, мкм ³	916,6 ± 40,4	1085,1 ± 69,8
V _n , мкм ³	21,2 ± 1,7	26,2 ± 0,8
V _c /V _n	0,023 ± 0,002	0,024 ± 0,002
Число зерен, шт.	21,8 ± 0,7	29,8 ± 0,6
Поврежденные клетки, %	13,3 ± 2,1	56,3 ± 5,0

Свелинг сопровождался лизисом значительной части эритроидных элементов в гемолимфе моллюсков. Количество эритроцитарных теней на мазках повышалось в 4,5 раза ($p < 0,001$) и достигало $56,3 \pm 5,0\%$ от общего числа клеток (табл. 1). Разрушению подвергались, по-видимому, старые клетки. Об этом свидетельствовал относительный рост количества базофильных зерен в цитоплазме клеток, что характерно для эритроидных элементов ранних генераций.

Выводы

В условиях внешней аноксии в гемолимфе анадары отмечали набухание (свелинг) и лизис значительной части эритроидных элементов. Разрушению подвергались преимущественно клетки более поздних генераций. На этом фоне происходило увеличение линейных и объемных характеристик эритроцитов и их ядер.

1. Золотницкая Р.П. Методы гематологических исследований / Лабораторные методы исследования в клинике (справочник) / Р.П. Золотницкая. – М.: Медицина, 1987. – С. 106–148.
2. Парфенова И.А. Эритрограмма циркулирующей крови скорпены в условиях экспериментальной гипоксии / Парфенова И.А., Солдатов А.А. // Морск. экол. журн. – 2005. – Т. 4, № 2. – С. 59–67.

3. Солдатов А.А. Тканевая специфика метаболизма у двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis* Br. в условиях экспериментальной аноксии / А.А. Солдатов, Т.И. Андреев, И.В. Сысоева, А.А. Сысоев // Журн. эволюц. биохим. и физиол. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 284–289.
4. Chiancone E. Dimeric and tetrameric hemoglobins from the bivalves *S. inaequalis* / E. Chiancone, P. Vecchini, D. Verzi, F. Ascoli // J. Mol. Biol. – 1981. – N 152. – P. 577–592.
5. De Zwaan A. Anoxic survival potential of bivalves: (arte) facts / A. de Zwaan, M.F. Babarro Jose, M. Monarib, O. Cattani // Comp. Biochem. Physiol. Part A: Mol. & Integr. Physiol. – 2002. – Vol. 131, N 3. – P. 615–624.
6. Differential survival of *Venus gallina* and *Scapharca inaequalis* during anoxic stress: Covalent modification of phosphofructokinase and glycogen phosphorylase during anoxia / S.P.J. Brooks [et al.] // J. Comp. Physiol. B. – 1991. – Vol. 161, N 2. – P. 207–212.
7. Larade K. Reversible suppression of protein synthesis in concert with polysome disaggregation during anoxia exposure in *Littorina littorea* / Larade K., Storey K.B. // Mol. Cell. Biochem. – 2002. – Vol. 232, N 1–2. – P. 121–127.
8. Perry S.F. The effects of endogenous of exogenous catecholamines on blood respiratory status during acute hypoxia in rainbow trout / S.F. Perry, S. Thomas // J. Comp. Physiol. – 1991. – Vol. 161B. – P. 489–497.
9. Phuc T.H. Biological characters and technique of oyster *Anadara granosa* culture at Tra Vinh coast water // Fisheries review. – 1997. – N 6. – P. 7–9.
10. Plante S. Hypoxia tolerance in Atlantic cod / S. Plante, D. Chabot, J. Dutil // J. Fish Biol. – 1998. – Vol. 53, N 6. – P. 1342–1356.

Н.В. Новіцька, О.О. Солдатов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕРИТРОЇДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕМОЛІМФИ *ANADARA INAEQUALIS* В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ АНОКСІЇ

В умовах експериментальної аноксії в гемолімфі анадари відзначали набрякання (свелінг) і лізис значної частини еритроїдних елементів. Руйнуванню піддавалися переважно клітини пізніших генерацій. На цьому тлі відбувалося збільшення лінійних і об'ємних характеристик еритроцитів і їхніх ядер.

Ключові слова: моллюски, аноксія, гемолімфа, еритроїдні елементи

N.V. Novitskaya, O.O. Soldatov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

MORFO-FUNCTIONAL DESCRIPTIONS OF ERYTHROID ELEMENTS HEMOLYMPH OF *ANADARA INAEQUALIS* IN THE CONDITIONS OF EXPERIMENTAL ANOXIA

Swelling and lysis of hemolymph erythroid elements of *Anadara inaequalis* were observed under experimental anoxia conditions. Mainly late generation cells was destroyed. It's accompanied by increase of geometrical parameters of erythrocytes and their nucleuses.

Key words: mussel, anoxia, hemolymph, erythroid elements

УДК [574.5: 628.357] [252.5]

Т.С. ОСАДЧА¹, С.В. АЛЬОМОВ¹, О.Г. МИРОНОВ¹, В.Б. УШВЦЕВ²,
Н.Б. ВОДОВСЬКИЙ²

¹Інститут біології південних морів НАН України
пр-т Нахімова, 2, Севастополь 99011

²Каспійська філія Інституту океанології РАН
вул. Юрія Селенського, 13, Астрахань 851, Росія

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ ТЕХНІКО-БІОЛОГІЧНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ РАЙОНІВ ЧОРНОГО ТА КАСПІЙСЬКОГО МОРІВ

У роботі проаналізовано результати використання різних техніко-біологічних модулів для поліпшення загальної екологічної обстановки в прибережних зонах (“гідробіологічна система” – Севастополь; “штучний риф” – Астрахань).

Ключові слова: прибережна акваторія, екологічний стан, санація

Накопичена нині наукова інформація про вплив різних полютантів на морську біоту переконливо доводить, що навіть незначні антропогенні навантаження викликають певні порушення структурно-функціональної організації природних комплексів. При цьому, міра пошкодження, так само як і здатність до самозбереження, залежать від потенціалу самоочищення самої біосистеми. Адаптаційні можливості різних гідробіонтів до утилізації/трансформації і виведення забруднень з морських екосистем визначає їх “імунний ресурс” протистояти антропогенній дії і, одночасно, відкриває шляхи їх цілеспрямованого (практичного) використання в спеціальних технічних конструкціях, наприклад – “гідробіологічних системах” або “штучних рифах”.

Матеріал та методи досліджень

Матеріалом для цього повідомлення є методи та досвід використання “гідробіологічних систем” для очищення забруднених нафтою та нафтопродуктами морських вод на Чорному морі (Севастопольська бухта) і бетонних рифових модульних біостанцій для формування локальних біоценозів в різних районах Північного Каспію (Астрахань).

Результати досліджень та їх обговорення

В основу конструювання різних техніко-біологічних конструкцій, призначених для санації забруднених акваторій або окремих ділянок акваторії, покладена ідея створення додаткових площ (поверхонь) для формування та розвитку угруповань різних морських організмів, насамперед, активних обростувачів-фільтраторів. Провідна роль у цій групі в Чорному морі належить двостулковим молюскам *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*. Одна мідія (*M. galloprovincialis*) розміром 35–40 мм протягом години здатна фільтрувати до 1400 см³ морської води [5] і при середній щільності обростання 2500–3000 екз./м² (наприклад, на окремих причальних стінках, набережних, молах тощо) обсяг фільтрації може досягати 84–100 м³/доба [4]. У Каспійському морі основними фільтраторами є двостулкові молюски (*Mytilaster lineatus*, *Dreissena polymorpha*) і вусоногі раки баяниси (*Balanus improvisus*). При найбільшій щільності обростання 3000–3500 екз./м² добовий обсяг фільтрації може досягати 30–35 м³ [2].

Розвиток основних обростувачів природним чином збільшує поверхню конструкції і створює додаткові площі для розселення різноманітних морських організмів, включно численної мікрофлори. Природне падіння молюсків з носіїв системи на дно з часом формує досить щільне поселення різноманітних бентосних форм в прилеглої області, підвищуючи, тим самим, біологічну ємкість середовища. Кожна ланка сформованої біокосної системи виконує свої “функціональні обов’язки” з трансформації та утилізації забруднення, активізує потенціал самоочищення безпосередньо в районі розміщення, що, в цілому, сприяє оздоровленню екологічної обстановки всій акваторії. До безумовних переваг техніко-біологічних конструкцій слід також віднести економічність і високу мобільність, що допускає їх розміщення в безпосередній близькості від джерела забруднення (нафтового терміналу, скидання каналізаційних і зливових стоків тощо). Крім того, концентрування трансформованого біотою забруднення на обмеженій площі донної поверхні створює можливість для швидкого очищення даної ділянки, наприклад, за допомогою дноочисних або днопоглиблювальних робіт.

Перші випробування гідробіологічних систем (ГС) для очищення забруднених нафтою та нафтопродуктами морських вод було започатковано на Чорному морі у другій половині двадцятого століття в районах Новоросійська, Севастополя та Созополя (Болгарія) [1]. Нині пілотний варіант ГС функціонує на окремій ділянці Севастопольської бухти (термінал для паливної заправки різних кораблів) [3]. Нестійка гідрометеорологічна ситуація, властива в цілому Севастопольському регіону, поряд з здатністю нафтового забруднення швидко поширюватися на великі відстані обумовили доцільність розміщення ГС саме в цій ділянці бухти. Становлячи носій змішаного типу (капронова мережа на рамі відповідного фала), закріплений на дні бетонними якорями і підтримуваний за допомогою буїв у вертикальному положенні, даний модуль виконує функції “загороджувальної мережі-біофільтра” на шляху можливого поширення забруднення (нафти і нафтопродуктів) по всій акваторії. Спостереження за розвитком угруповання основних фільтраторів (*Mytilus galloprovincialis*) показали, що вже через два роки з моменту установки ГС середнє значення фільтраційної активності становило 114 м³ на добу на 1 м² поверхні, а через три роки – 130 м³ відповідно [3]. Домінування в угрупованні обростання активних молюсків-фільтраторів (*Mytilus galloprovincialis* і *Mytilaster lineatus*) забезпечує безперервність та інтенсивність процесу самоочищення, що у даний період (за розрахованої фільтраційної потужності) становить понад 300

м³ на добу на 1 м². Для порівняння, розрахована фільтраційна активність поселення мідій в районі розміщення ГС на інших технічних спорудах (палі причалів, пірсів) в 2–3 рази нижча.

Моніторинг формування угруповання обростання безпосередньо на ГС і в прилеглий області показує, що природний спад моллюсків з носіїв системи на дно формує з часом досить щільне (до 1000 екз./м²) поселення різноманітних бентосних форм (моллюски, поліхети, ракоподібні), тим самим підвищує різноманітність донної фауни і бере участь у загальному поліпшенні екологічної обстановки в заданому районі [4].

Роботи з штучними рифами на Каспії спрямовані як на створення конструкцій з легких матеріалів (гумові шланги, капронові мережі, пластикові пляшки та ін.), так і бетонних рифових модулів–біостанцій [2]. Останні володіють необмеженою “живучістю” та великою екологічною ємкістю, створюючи зону накопичення детриту і стабільну концентрацію різноманітних гідробіонтів. Активно виконуючи функції біофільтра, донні біостанції утворюють зони нагулу і захисту цінних видів риб, включно і від браконьєрських знарядь лову. Формування і розвиток бентосних угруповань в місцях розміщення має характерні особливості, а саме: спостерігається перевага обростувачів *Mytilaster*, *Balanus*, що супроводжується розвитком ракоподібних і черв’яків. Очевидно, що наявність твердого субстрату, що видіграє для багатьох гідробіонтів роль притулку або місцепроживання і одночасно депонує значний харчової ресурс, сприяє нарощуванню біомаси обростувачів і підвищує загальні показники біорізноманіття в районах установки бетонного модуля.

Ефект штучних субстратів в Каспійському морі залежить від конструкції рифових модулів, часу та тривалості установки, а також від району розміщення [2]. Зокрема, найбільшого позитивного результату у Північному Каспії досягли при установці на глибинах, що перевищують 20-ти метрів ізобату, тобто в районах, малодоступних для хвильового впливу, що знаходяться нижче річного термоклину. Саме тут відзначалися великі скупчення ракоподібних (*Corophium chelicorne*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *Gammarus ishnus*), а також моллюсків роду *Didacna*, черв’ків *Nereis diversicolor*. На донних біостанціях часто трапляються вобла, інколи – осетрові риби, причому виняткову цінність в зоні рифу становить кормова база для найціннішого представника осетрових – білуги.

Висновки

Накопичений досвід з використання техніко-біологічних модулів для санації прибережних акваторій переконливо свідчить, що розробка та впровадження таких конструкцій, є реальним еколого-економічним вирішенням проблеми збереження біорізноманіття та унікальних природних ресурсів Чорного і Каспійського морів. Покладені в основу проектно-технічних рішень фундаментальні знання про процесі взаємодії морської біоти з комплексом зовнішніх факторів, включно вивчення біології та розповсюдження організмів – найбільш активних агентів процесу самоочищення, особливості формованих ними угруповань у природних та антропогенно трансформованих екосистемах, повинні складати основу наукового підходу до вирішення будь-яких еколого–практичних завдань.

1. Миронов О.Г. Гидробиологические системы оздоровления прибрежных морских акваторий / О.Г. Миронов // Проблемы биологической океанографии XXI века : Межд. науч. конф., посвящ. 135-летию ИнБЮМ. 2006 ; Севастополь. – Севастополь, 2006. – С. 27.
2. Пономаренко Д.В. Нефтяные разливы и защита морских экосистем путем создания искусственных рифовых полей / Д.В. Пономаренко, В.Б. Ушивцев, Н.Б. Водовский, В.Г. Яценко // Нефть и газ. – 2007.
3. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / О.Г. Миронов, С.В. Алемов, Т.С. Осадчая [и др.]; под ред. О.Г. Миронова. – НАН Украины, ИнБЮМ, Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 192 с.
4. Mironov O.G. Perspectives of using of marine polluted water cleaning hydrobiological method for sanitation and improvement of the coastal aquatoria state / O.G. Mironov, T.L. Schekaturina, S.V. Alyomov, T.S. Osadchaya // 2th Int. Conf. “Oil spills in the in the Mediterranean and Black Sea regions”. 31 oct. – 3 nov. 2000, Istanbul.- Istanbul, 2000. – P.187–195.
5. Willemsen J. Quantities of water pumped by mussels (*Mytilus edulis*) and cockles (*Cardium edule*) / J. Willemsen // Arch. Zool. (Leiden). – 1952. – Vol. 10, N 2. – P. 11.

Т.С. Осадча¹, С.В. Алемов¹, О.Г. Миронов¹, В.Б. Ушивцев², Н.Б. Водовский²

¹Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь

²Каспийский филиал Института океанологии РАН, Астрахань, Россия

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ТЕХНИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЧЕРНОГО И КАСПИЙСКОГО МОРЕЙ

В работе анализируются результаты использования различных технических модулей для улучшения общей экологической обстановки в прибрежных акваториях с высокой антропогенной нагрузкой (“гидробиологическая система” – Севастополь; “искусственный риф” – Астрахань).

Ключевые слова: прибрежная акватория, экологическое состояние, санация

T.S. Osadcha¹, S.V. Alemov¹, O.G. Mironov¹, V.B. Ushvtsev², N.B. Vodovskiy²

¹ Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

² Caspian branch of Institute Oceanology of RAS, Astrakhan, Russia

EXPERIENCE OF THE USE OF THE VARIOUS TECHNICAL-BIOLOGICAL MODULES FOR MAKING HEALTHY OF OFF-SHORE DISTRICTS OF BLACK AND CASPIAN MAUREIES

The data on the use of various technical-biological modules (the “hydrobiological system” in Sevastopol and “concrete reef” in Astrakhan) for improvement of total ecological situation in coastal areas with high anthropogenic press are given in present article.

Key words: off-shore aquatorium, ecological state

УДК [581.526.325(262.5)]

А.В. ПАРХОМЕНКО, О.В. КРИВЕНКО

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ЧЁРНОМ МОРЕ ЗА ПЕРИОД 1948–2001 гг.

Многолетняя динамика черноморского фитопланктона характеризуется волнообразными изменениями его развития при отсутствии статистически значимых трендов по рядам аномалий годовой динамики его биомассы. В открытой части моря она связана со степенью охлаждения поверхностных вод в зимний период, а в придунайском районе обусловлена межгодовой изменчивостью объема речного стока.

Ключевые слова: фитопланктон, биомасса, Чёрное море

Изучение состояния и воспроизводства первично–продукционного звена водных экосистем является основой для учёта пищевых взаимоотношений и определения трофического статуса водоёмов. Однако, несмотря на огромный интерес к определению запасов и основных трендов в изменении биомассы фитопланктона в Чёрном море, обобщённые и статистически обоснованные оценки долговременных изменений биомассы водорослей в литературе последнего времени отсутствуют.

Цель настоящего исследования заключалась в оценке общей биомассы черноморского фитопланктона и изменение его запасов на протяжении второй половины прошлого века на основе статистической обработки данных многолетних исследований.

Материал и методы исследований

В работе использованы материалы междисциплинарного банка данных [5], а также не вошедшие в него литературные данные [2, 3]. Всего рассмотрено около 8900 определений биомассы фитопланктона, выполненных в 60-ти научных экспедициях на 2404 станциях в период с 1948 по 2001 гг.

При анализе использовали интегральную величину биомассы ($\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$) в слое, где концентрируется подавляющая часть микроводорослей. Нижняя граница этого слоя в

глубоководной области моря была ограничена 50 м, а в шельфовой зоне для её оценки использовали глубину, на которой биомасса водорослей составляла менее 10% от её значения в максимуме (10–25 м).

Имеющиеся данные были сгруппированы по $1 \times 1^\circ$ квадратам простой географической сетки. Более 1000 станций расположено в приустьевой зоне Дуная, около 500 – вблизи юго-восточного побережья Крыма, на остальной акватории на квадрат приходилось около 20 станций.

Для оценки межгодовой изменчивости биомассы фитопланктона были рассчитаны отклонения значений биомассы фитопланктона (B_{ij}) от соответствующих среднемесячных величин (для каждого i -того месяца и j -того квадрата $\overline{B_{ij}}$) по формуле: $\delta B_{ij} = B_{ij} - \overline{B_{ij}}$, которые затем были усреднены по годам за период с 1948 г. по 2001 г. Величины стандартного отклонения по полученным временным рядам $\sigma(\delta B_{ij})$ были использованы в качестве меры межгодовой вариабельности биомассы фитопланктона в Чёрном море.

Результаты исследований и их обсуждение

Осредненный по квадратам открытой части моря временной ряд межгодовых аномалий биомассы фитопланктона приведен на рисунке 1а, на котором для сравнения показаны долговременные изменения средне-зимней (декабрь–март) температуры поверхностного слоя вод открытой части Чёрного моря [9]. Сопоставление двух кривых свидетельствует о наличии сходных периодов колебаний многолетней динамики δB_i и температуры, при анализе которых выделяется три временных отрезка. От начала наблюдений и до 1984 г. в изменчивости годовых аномалий биомассы фитопланктона выраженный тренд отсутствует, доминирующими являются десятилетние волнообразные колебания, очевидно, связанные с циклическими изменениями климатических условий, на фоне которых прослеживаются периодические возмущения меньшего порядка. Стандартное отклонение аномалий годовой динамики биомассы фитопланктона $\sigma(\delta B_i)$ для этого периода составляет $5,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ при средней биомассе $6,1 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$.

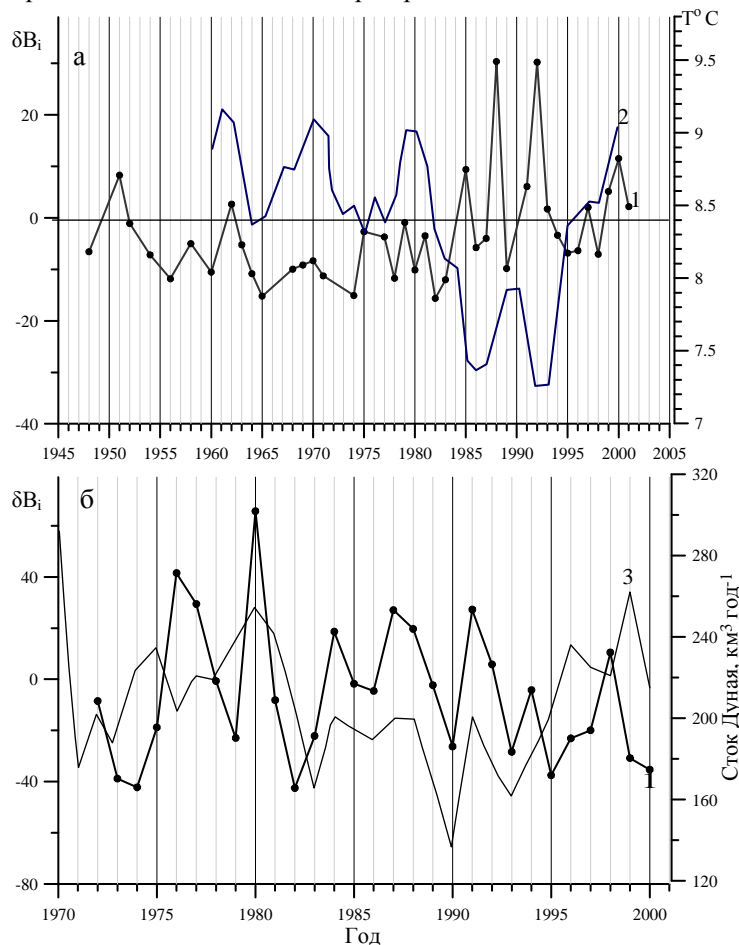


Рис. 1. Временная динамика: 1 – межгодовых аномалий биомассы фитопланктона в зоне фотосинтеза (δB_i); 2 – средне-зимней температуры поверхностных вод [9]; 3 – объема водостока р. Дунай [6, 7] в глубоководной области Черного моря (а) и в прилегающей к Дунаю области СЗЧ (б)

Второй период (1985–1994 гг.) характеризуется увеличением как биомассы фитопланктона, так и стандартного отклонения аномалий этого показателя, которые для рассматриваемого

временного отрезка составляют соответственно $24 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ и $14,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Аналогичные значения средних и стандартного отклонения биомассы фитопланктона были получены [8], по данным измерений, выполненных в различных районах Чёрного моря в летний и осенний сезоны 1978–1995 гг., и которые в нашем массиве данных отсутствуют. Долговременные колебания метеоусловий и соответствующие им изменения гидрологического режима, наряду с перестройкой структуры пелагического сообщества, рассматриваются в качестве основных причин двукратного увеличения первично-продукционных характеристик вод глубоководной области Чёрного моря в 1985–1992/1993 гг. [1, 8, 9].

После 1995 г. наблюдается снижение биомассы фитопланктона в среднем в полтора раза и уменьшение степени её межгодовой вариабельности в два раза. В тоже время средне-зимняя температура воды поверхностного слоя соответствует уровню начала 80-х гг., а экосистема открытой части Чёрного моря начинает восстанавливаться после последствий массового развития гребневика *Mnemiopsis leidyi*, биомасса которого резко снижается, а количество кормового зоопланктона начинает увеличиваться [4]. Это означает, что поступление биогенных элементов с глубинными водами в этот период должно снижаться, а пресс фитофагов на фитопланктон – возрастать, так как оба эти процесса отрицательно влияют на накопление биомассы фитопланктона, а наблюдаемое её снижение во второй половине 90-х гг. представляется закономерным.

В придунайском районе статистически значимых трендов по временному ряду аномалий биомассы фитопланктона в период с 1972 г. по 2000 г. не выявлено (рис. 16). Однако прослеживается тенденция снижения биомассы фитопланктона после 1994 г. Стандартное отклонение аномалий годовой динамики биомассы фитопланктона по всему временному ряду составляет $27 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, но до 1984 г. средняя величина $\sigma(\delta B_i)$ составляла $34 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, а после 1985 г. его значение уменьшается до $19 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Таким образом, период 1972–1984 гг. характеризовался высокой биомассой водорослей и высокой межгодовой изменчивостью этого показателя. В 1984–1994 гг. отмечается снижение показателя $\sigma(\delta B_i)$ в два раза при сохранении среднесезонной биомассы на том же уровне. После 1994 г. биомасса фитопланктона уменьшалась в два раза, по сравнению с предшествующим периодом, а величина $\sigma(\delta B_i)$ не изменялась. В процентном выражении от среднесезонного значения биомассы, межгодовая изменчивость фитопланктона в это время достигает уровня, наблюдавшегося до 1984 г. Межгодовые аномалии биомассы фитопланктона в зоне фотосинтеза (δB_i) были сопоставлены с объемом годового стока Дуная за период с 1972 по 2000 гг. (рис. 16). Прослеживается синхронность периодических изменений этих двух параметров. Причем, если с начала 80-х до середины 90-х гг. колебания временной динамики δB_i и речного стока практически совпадают, то до 80-го г. и после 1994 г. наблюдается отставание колебаний временной динамики δB_i относительно колебаний стока Дуная.

Выводы

Многолетняя динамика фитопланктона в Черном море во второй половине прошлого столетия характеризовалась волнообразными изменениями его развития при отсутствии статистически значимых трендов по рядам аномалий годовой динамики биомассы как в открытых районах моря, так и на северо-западном шельфе. Межгодовая вариабельность, оцененная по величине среднеквадратического отклонения по рядам сезонных аномалий, для всего рассматриваемого периода составляет около $12 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в открытой части моря и $27 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ в придунайском районе. В глубоководной области межгодовая динамика биомассы фитопланктона отражает изменения климатических условий в зимний период, особенно на фоне охлаждения поверхностного слоя вод до 8°C и ниже, а в придунайском районе она тесно связана с межгодовой изменчивостью объема речного стока.

1. Ведерников В.И. Долговременная и сезонная изменчивость хлорофилла и первичной продукции в восточных районах Чёрного моря / Ведерников В.И., Демидов А.Б. // Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря. – М.: Наука, 2002. – С. 212–234.
2. Морозова-Водяницкая Н.В. Численность и биомасса фитопланктона в Черном море / Н.В. Морозова-Водяницкая // ДАН АН СССР. – 1950. – Т. 73, № 4. – С. 821–824.
3. Пицый Г.К. О количественном развитии и горизонтальном распределении фитопланктона в западной половине Черного моря (предварительное сообщение) / Г.К. Пицый // Тр. АЗЧЕРНИРО. – 1950. – Вып. 14. – С. 215–245.
4. Гребневика вселенцы *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) и *Beroe ovata* Mayer 1912 и их воздействие на пелагическую экосистему северо-восточной части Чёрного моря / Т.А. Шиганова, Э.И. Мусаева, Ю.В. Булгакова [и др.] // Изв. АН. Серия биол. – 2003. – № 2. – С. 225–325.
5. Black Sea Database supplied with Ocean Base 3.07 DBMS // NATO SfP-971818 ODBMS Black Sea Project. – July 15, 2003. – CD for Windows NT, 98, 2000, Me, XP.

6. *The nutrient stock of the Romanian Shelf of the Black Sea during the last three decades* / A. Cociasu, V. Diaconu, L. Popa [et al.] // Sensitivity to change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea. – Series 2: Environment. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1997. – Vol. 27. – P. 49–65.
7. *Marine Environmental Assessment of the Black Sea. Working material. Regional Technical Co-operation Project RER/2/003.* – Vienna: Reproduced by the IAEA. – 2004. – 358 p.
8. *Mikaelyan A.S. Longtime variability in phytoplankton communities in the open Black Sea in relation to environmental changes* / A.S. Mikaelyan // Sensitivity to change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea. – Series 2: Environment. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1997. – Vol. 27. – P. 105–116.
9. *Oguz T. Abrupt transitions of the top-down controlled Black Sea pelagic ecosystem during 1960–2000: Evidence for regime-shifts under strong fishery exploitation and nutrient enrichment modulated by climate-induced variations* / T. Oguz, D. Gilbert // Deep-Sea Res. I – 2007. – Vol. 54. – P. 220–242.

A.B. Пархоменко, О.В. Кривенко

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ БІОМАСИ ФІТОПЛАНКТОНУ В ЧОРНОМУ МОРІ ЗА ПЕРІОД 1948–2001 РР.

Багаторічна динаміка чорноморського фітопланктону характеризується хвилеподібними змінами його розвитку при відсутності статистично значущих трендів по рядах аномалій річної динаміки його біомаси. У відкритій частині моря вона пов'язана з ступенем охолодження поверхневих вод в зимовий період, а в придунайському районі обумовлена міжрічною мінливістю обсягу річкового стоку.

Ключові слова: фітопланктон, біомаса, Чорне море

A.V. Parkhomenko, O.V. Krivenko

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

INTERANNUAL CHANGEABILITY OF BIOMASS PHYTOPLANKTON IN THE BLACK SEA FOR PERIOD 1948-2001

Long-term variability of the Black sea phytoplankton is characterized by the undulating changes of its development in default of statistically meaningful trends of the annual biomass anomalies. In the open part it is related to the degree of cooling of surface waters in a winter period, and near the Danube it conditioned by interannual changeability of the river discharge.

Key words: phytoplankton, biomass, Black sea

УДК 594.121:591.2:639.4(262.5)

А.В. ПИРКОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

РАКОВИННАЯ БОЛЕЗНЬ УСТРИЦЫ *OSTREA EDULIS* LINNE, 1758 (BIVALVIA) ИЗ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Устрица *Ostrea edulis* L. – исчезающий вид в Чёрном море. Одна из причин – раковинная болезнь, вызываемая грибом *Ostracoblabe implexa*. В статье приводятся микрофотографии двух форм мицелия гриба и конидий; описана морфология и их размеры; обсуждаются возможные пути распространения спор, в том числе – личинками устриц.

Ключевые слова: устрица *Ostrea edulis*, раковинная болезнь, морской гриб *Ostracoblabe implexa*, мицелий, конидии, озеро Донузлав, Чёрное море

О распространении раковинной болезни устрицы *Ostrea edulis* L. в Чёрном море стало известно в конце 70-х г. XX ст. [2]. Болезнь была выявлена в Егорлыкском, Джарылгачском, Каркинитском заливах и в озере Донузлав, в районах сосредоточения основных запасов устриц. Количество заболевших моллюсков в Джарылгачском заливе за период с 1980 г. по 1984 г. возросло с 38% до

72%, а в Егорлыкском заливе живых особей найти не удавалось [2]. Было установлено, что устриц из Каркинитского и Джарылгачского заливов нельзя использовать в качестве производителей, так как с молодью переносится возбудитель болезни раковины [5]. В северо-западной части Черного моря в 1973–1975 гг. природные запасы сократились в 9–11 раз [3]. Вид *O. edulis* был включен в Красную Книгу Украины [7], а его статус отнесен к категории видов, находящихся под угрозой исчезновения. В настоящее время лишь в некоторых местах сохранились разреженные поселения устриц. По данным за 2004 г. в Судакском заливе и около мыса Большой Утриш на скалах обнаружены единичные живые особи и прикрепленные створки мертвых устриц [6].

Вызывает раковинную болезнь устриц морской гриб *Ostracoblabe implexa* Bornet & Flahault [8]. Раковинная болезнь проявляется патологическими изменениями морфологии и микроструктуры раковины с дальнейшей атрофией тканей и заканчивается гибелью моллюска [11]. У некоторых устриц заболевание может продолжаться в течение нескольких лет [1]. В природных условиях споры гриба не обнаружены. Размножение гриба также не удалось стимулировать при выращивании на питательных средах [9, 11, 12].

Цель работы – изучить возможные путей распространения патогенного гриба *O. implexa* в природных условиях.

Материал и методы исследований

В 2008 г. из озера Донузлав (возле поселка Новоозерный) на глубине от 0,5 м до 5,0 м были отобраны устрицы *O. edulis* для воспроизводства в питомнике. Из пораженных грибом участков раковин отделяли тонкие фрагменты и промывали в дистиллированной воде в течение 24 час. После предварительного просмотра при помощи светового микроскопа МБИ–6, фрагменты отбирали для изучения на электронном сканирующем микроскопе JSM–6060 La в Центре общего пользования электронными микроскопами НАН Украины (г. Киев).

Результаты исследований и их обсуждение

У всех моллюсков растущий край раковин был мягким, расслоенным. Судя по медленному закрыванию створок в воде, у некоторых устриц был поражен или замок, или аддуктор. Раковинную болезнь выявили при вскрытии самки с высотой раковины 67,1 мм. Признаки заболевания обнаружены на левой створке вблизи замка и на растущем крае правой створки. Это типичная раковинная болезнь, описанная в литературе [8, 9]. Однако гонада была хорошо развита (преднерестовая стадия). Способность к размножению устриц, пораженных раковинной болезнью, была отмечена ранее [2, 11]. Электронно-микроскопическое исследование фрагментов пораженных створок показало наличие в них двух различных форм мицелия. В фрагментах зелено-коричневого цвета, выделенных из перламутрового слоя растущего края раковины, мицелий гриба тонкий, прямой, разветвленный (рис. 1а); на некоторых гифах видны вздутия (рис. 1б) и септы (рис. 1в). В перламутровом слое много отверстий – это места выхода гиф гриба (рис. 1г).

Вторая форма мицелия обнаружена в пораженных раковинной болезнью черных участках раковины устрицы (в конхиолиновом наросте). Это разветвленные гифы разной ширины частично или полностью погруженные в матрицу раковины (рис. 2).

На гифах группами расположены конидии округлой формы диаметром 3,1–3,2 x 3,2–3,5 мкм с множеством клеток. Клетки имеют форму лепестков, в профиле – слегка изогнутые (сигмовидные), часто заостренные к вершине. Одним концом они погружены в конидию и распределены под разными углами, сверху образуя округлый венчик диаметром 1,0–1,1 x 1,2–1,3 мкм. Длина клеток примерно 0,2–0,5 мкм, максимальная ширина – до 0,3 мкм.

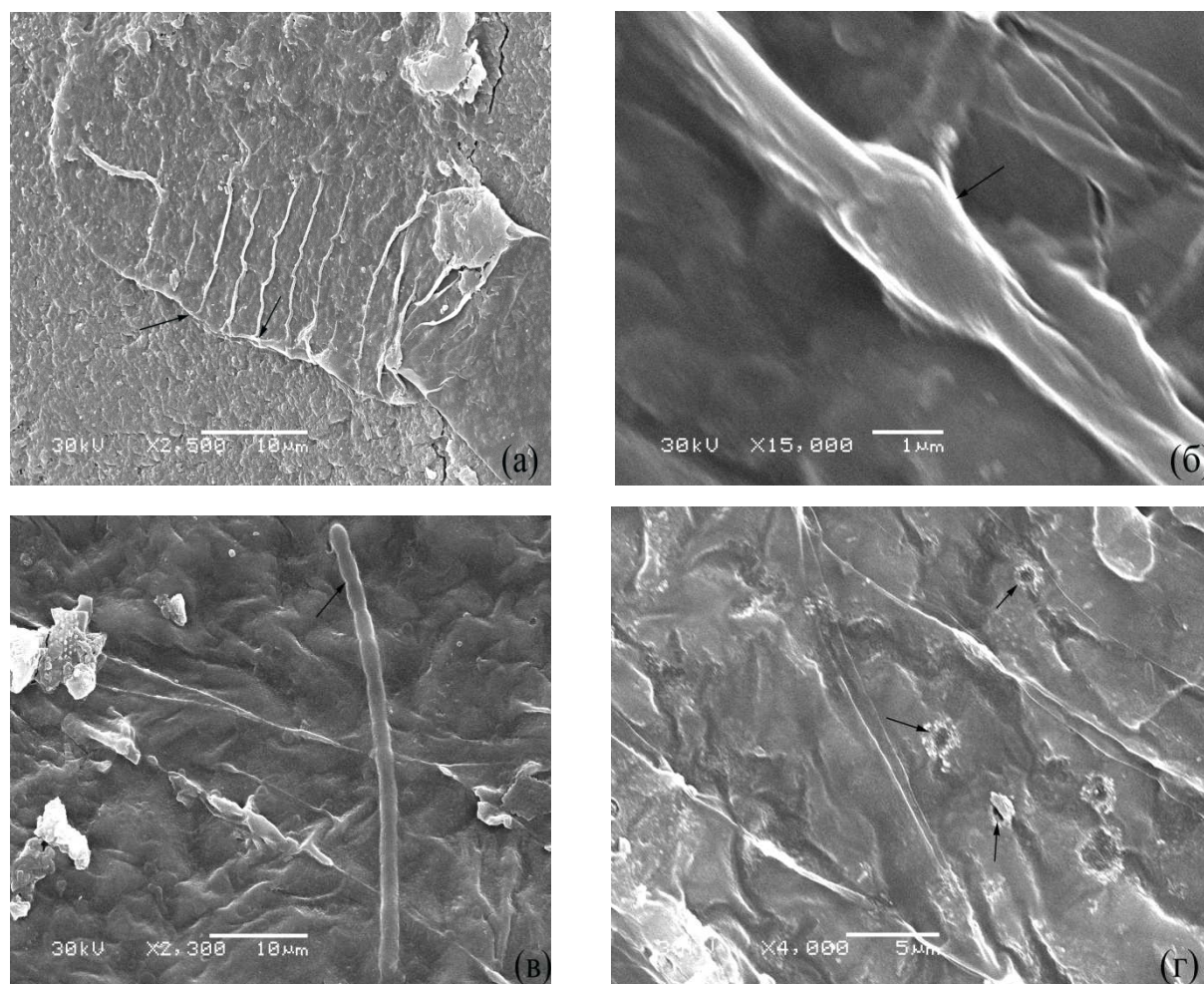


Рис. 1. Мицелій гриба *Ostracoblabe implexa* в расту́щому краю раковини устриці *Ostrea edulis*: а – ветвление мицелія; б – вздутие на гифе; в – расту́щий конец гифы с септами; г – перламутровый слой раковины, поврежденный мицелием гриба

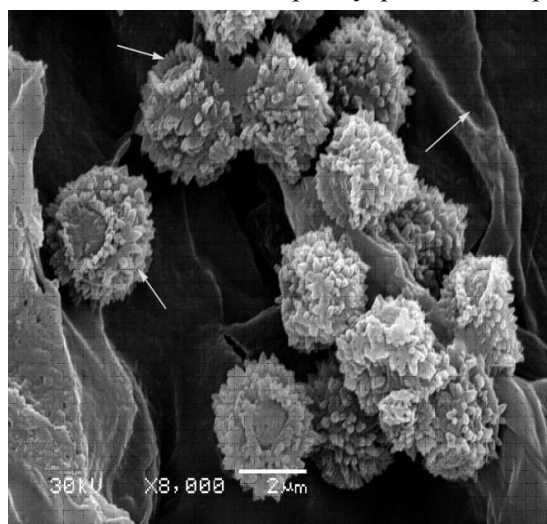


Рис. 2. Конидии и мицелий гриба *Ostracoblabe implexa* в пораженных раковинной болезнью черных участках раковины устрицы

У другой самки устрицы (высота раковины 68,3 мм), вскрытой после выхода личинок из супрабранхиальной полости, также была выявлена раковинная болезнь (рис. 3). Исследование фрагментов участков раковины, поражённых болезнью, при помощи электронного сканирующего микроскопа, не выявило наличия в них конидий.



Рис. 3. Раковинная болезнь устрицы *Ostrea edulis*

Конидиальные споронии, обнаруженные в пораженной раковине самки устрицы на преднерестовой стадии развития гонады и отсутствие таковых в раковине больной самки после выхода личинок из супрабранхиальной полости, может указывать на параллельное созревание спор гриба *O. implexa* и развитие личинок устрицы *O. edulis*. Возможно, выход личинок и конидий – одновременно проходящие процессы. Известно, что уровень заражения устриц раковинной болезнью повышается там, где температура воды превышает 19°C в течение двух недель [10]. При такой температуре воды происходит выход личинок устриц из супрабранхиальной полости самки.

Продолжительность планктонной стадии *O. edulis* составляет около трех недель [4]. За этот период личинки уносятся течением на большие расстояния. Оседают они на устричные банки. В последствии возможно заражение грибом здоровых устриц от больного спата. Лабораторные эксперименты подтвердили, что при непосредственном контакте с больной устрицей мицелий прорастает в другую раковину [12]. К раковинам здоровых устриц могут прикрепляться конидии, которые перешли в планктон или поднялись со дна вместе с илом в толщу воды во время шторма, и прорасти в мицелий.

Выводы

Распространение морского гриба-паразита *O. implexa* – возбудителя раковинной болезни устриц природных поселений и выращиваемых в подвесной культуре, может происходить: 1 – при помощи конидий, находящихся в планктоне или поднятых со дна штормом; 2 – с личинками, выпущенными больными самками; 3 – при контакте здоровых моллюсков с раковинами устриц, пораженными грибом.

Посвящаю памяти Д.П. Дёменко – сотруднику Центра общего пользования электронными микроскопами НАН Украины.

1. Губанов В.В. Патологические изменения, вызванные раковинной болезнью у европейской устрицы *Ostrea edulis* L. / В.В. Губанов // IV Всесозн. конф. по пром. беспозвоночным, Севастополь, апр., 1986 : тез. докл. – М 1986. – С. 339–340.
2. Губанов В.В. Пораженность устриц раковинной болезнью на марихозяйствах и естественных банках в различных районах Чёрного моря / В.В. Губанов // III Всесоюз. конф. по морской биологии, Севастополь, окт., 1988 г.: тез. докл. – К., 1988. – С. 58–59.
3. Иванов А.И. Современное состояние запасов и распределение промысловых моллюсков (мидий, устриц) в северо-западной части Чёрного моря / А.И. Иванов, А.Б. Левин, В.В. Попов // Научно-техн. прогресс в рыбной промышленности: Всесоюз. конф. молодых ученых, 1976 г.: тез. докл. – М., 1976. – С. 17–19.
4. Захваткина К.А. Личинки двустворчатых моллюсков – *Bivalvia* / К.А. Захваткина // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. К.: Наук. думка, 1972. – Т. 3. – С. 256–257.
5. Монин В.Л. Гаметогенез черноморских устриц / Монин В.Л., Кудинский О.Ю. // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 12. – С. 30–31.
6. Переладов М.В. Современное состояние популяции черноморской устрицы / М.В. Переладов // Труды ВНИРО. – 2005. – Т. 144. – С. 254–274.
7. Червона Книга України (тваринний світ) / [Ред. М.М. Щербак.] – К.: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1994. – С. 249.
8. Alderman D. Shell disease of oysters / Alderman D., Jones G. // Fish. Invest. Minist. Agric. Food Fish (London). Ser. II, 1971a. – Vol. 26, N. 8. – P. 1–9.
9. Alderman D. Physiological requirements of two marine phycomycetes, *Althornia crouchil* and *Ostracoblabe implexa* / Alderman D., Jones G. // Trans. Br. Mycol. Soc. – 1971b. – Vol. 57, N. 2. – P. 213–225.
10. Alderman D.J. Shell disease of oysters. Diagnostic summaries of diseases of fish, crustacean and mollusks by working group on pathology of marine animals / D.J. Alderman // Int. Counc. Explor. Sea. – 1980. – P. 91–94.

11. Li M.F. Studies of shell disease of the European flat oyster *Ostrea edulis* Linne in Nova Scotia / M.F. Li, R.E. Drinnan, M. Drebot, G. Newkirk // J. Shellfish Res. – 1983. – Vol. 3, N 2. – P. 135–140.
12. Raghukumar Ch. Shell disease of rock oyster *Crassostrea cucullata* / Ch. Raghukumar, V. Lande // Dis. Aquat. Org. – 1988. – Vol. 4. – P. 77–81.

A.B. Піркова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ХВОРОБА ЧЕРЕПАШКИ УСТРИЦІ *OSTREA EDULIS* LINNE, 1758 (BIVALVIA) З ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Устриця *Ostrea edulis* L. – зникаючий вид в Чорному морі. Одна з причин – черепашкова хвороба, викликана грибом *Ostracoblabe implexa*. В статті приведені мікрофотографії двох форм міцелію гриба і конідій; описані їх морфологія та розміри; обговорюються можливі шляхи розповсюдження спор, включно – личинками устриць.

Ключові слова: устриця Ostrea edulis, хвороба черепашки, морський гриб Ostracoblabe implexa, міцелій, конідії, озеро Донузлав, Чорне море

A.V. Pirkova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SHELL ILLNESS OF OYSTER *OSTREA EDULIS* LINNE, 1758 (BIVALVIA) FROM LAKE OF DONUZLAV (BLACK SEA)

The oyster *Ostrea edulis* L. is an endangered species in Black Sea. One of the extinction causes is shell disease induced by fungus *Ostracoblabe implexa*. Micro-photos of two types of fungus mycelium and conidia are presented in the article; their form and size are described; possible ways of spore spreading including that with the help of oyster larvae are discussed.

Key words: oyster Ostrea edulis, shell illness, marine mushroom of Ostracoblabe implexa, mycelium, conidia, lake of Donuzlav, Black sea

УДК 594.124:551.464 (262.5)

М.А. ПОПОВ, Н.П. КОВРИГИНА, В.К. МАЧКЕВСКИЙ, В.Л. ЛОЗОВСКИЙ, А.Ф. КОЗИНЦЕВ

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МИДИЮ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. И ЕЕ ЭНДОСИМБИОНТЫ В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ

Представлен диапазон изменчивости и средние величины гидрохимических параметров за период 2000-2007 гг. в Балаклавской бухте и на взморье. Показано влияние антропогенного фактора на снижение темпов роста мидий, а также на изменение численности и качественного состава их эндосимбионтов.

Ключевые слова: Балаклавская бухта, гидрохимические параметры, мидия, эндосимбионты

Балаклавская бухта представляет собой узкую полузамкнутую акваторию, имеющую затрудненный водообмен с открытым морем. Бухта испытывает многолетний антропогенный пресс. Мелководная часть, принимающая склоновые и ливневые воды, является наиболее загрязненной относительно глубоководной части бухты [2]. Кроме того, в районе мыса Балаклавского, на глубине 10 м поступают хозяйственно-бытовые воды объемом 4,4 млн. м³/год.

В данной работе рассмотрено антропогенное влияние на гидрохимические условия в бухте и на прилегающей к ней акватории. Для оценки антропогенного фактора на сообщество гидробионтов в качестве биоиндикатора была выбрана средиземноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam. и ее эндосимбионты.

Матеріал и методи досліджень

Гідрохімічна характеристика вод в бухті представлена по результатам моніторингу за період 2000–2007 гг.; на взмор'є – за період з 2004 г. по 2007 г. В бухті проведено 73 з'їмки, на взмор'є 14. Аналізи виконували по стандартним методикам [3]. Из гідрохімічних показателів визначали вміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню за 5 годин (БПК₅), кремній, мінеральні форми азоту і фосфору.

Схема станцій відбору проб представлена на рис. 1. Мидії відбирали в вересні 2008 г. в бухті і на взмор'є (Ботопорт, Штольня, м. Балаклавський і пляж Срібляний). В кожній точці відбору мидії були зібрані в шарі 0–1 м в кількості 68–75 екземплярів. Їх вік визначали методом склерохронології [1]. Зараженість мидій ендосимбіонтами вивчали візуально і з допомогою мікроскопів МБС-11 і МБІ-11.

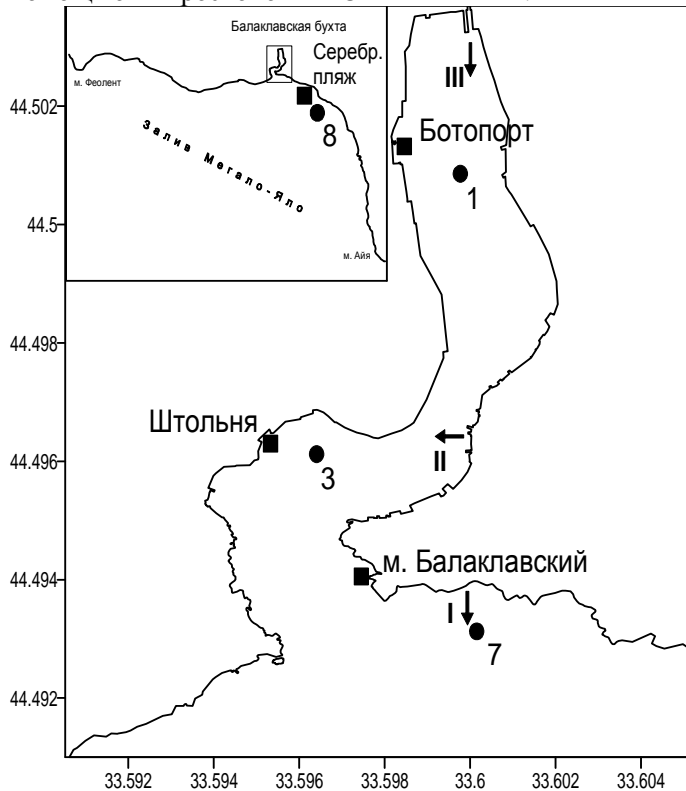


Рис. 1 Схема станцій відбору проб в Балаклавській бухті; ● – гідрохімічні станції, ■ – точки відбору мидій; I – випуск стічних вод г. Балаклава; II – ливневої сток; III – річній сток

Результати досліджень и їх обговорення

По впливу на екологічне стання прибережної полоси моря антропогенне вплив є визначальним. Обобщення гідрохімічних матеріалів, отриманих при виконанні екологічного моніторингу, дозволяють установити особливості розподілу гідрохімічних характеристик, а також отримати відомості про те, як реагують гідробіоти на антропогенне вплив.

Розподіл величин розчиненого кисню, БПК₅ і біогенних речовин, як найбільш показових характеристик екологічного стання акваторії, представлено в районах, що відповідають відбору мидій (табл.1). Ст. 1 знаходиться поблизу Ботопорта в мелководній північній частині бухти, ст. 3 – в районі Штольни в глибоководній частині бухти, ст. 7 – розташована поблизу м. Балаклавського і ст. 8 – в районі пляжу Срібляного.

Из представлених даних видно, що найбільш забрудненим виявився район м. Балаклавського (ст.7), де по середнім значенням БПК₅ мало перевищення величин (3,62 мг/дм³) предельно-допустимих концентрацій (2,0 мг/дм³). Максимальна (9,08 мг/дм³) величина БПК₅, зафіксована в цьому районі перевищала ПДК більш ніж в 4,5 рази.

Середні величини фосфатів і нітритів перевищали відповідно в 15 і 13 раз їх вміст в глибоководній частині бухти. Відносно взмор'я перевищення фосфатів і нітритів складало 10 і 25 раз. Також спостерігали перевищення аммонійного азоту, яке було в 25 раз вище, ніж в глибоководній частині бухти, і в 37 раз відносно взмор'я. Максимальна концентрація нітритів (93 мг/дм³) перевищала ПДК (80 мг/дм³) для морської води згідно постановленню №296 кабінету міністрів України від 29 лютого 1996 г. А максимальна

концентрация аммиака (1687 мг/дм^3), была выше ПДК (500 мг/дм^3) для морской воды более чем в три раза.

Таблиця 1

Диапазон изменений концентраций гидрохимических показателей и их средние величины на поверхности бухты и взморья

№ ст.	К-во изм., п	O ₂		БПК ₅	PO ₄ ³⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Si
		мл/л	%	мг/л	мкг/л				
1	73	$\frac{4,40 \pm 7,98}{6,38}$	$\frac{85,3 \pm 113,4}{99,9}$	$\frac{0,10 \pm 3,36}{0,97}$	$\frac{1,7 \pm 85,2}{15,0}$	$\frac{0 \pm 25,0}{4,9}$	$\frac{3,8 \pm 1385}{286}$	$\frac{0,7 \pm 201}{21,7}$	$\frac{69,0 \pm 1090}{270}$
3	73	$\frac{4,83 \pm 8,01}{6,50}$	$\frac{85,3 \pm 116,6}{101,6}$	$\frac{0 \pm 3,43}{0,77}$	$\frac{0 \pm 68,0}{8,0}$	$\frac{0 \pm 11,2}{2,6}$	$\frac{0,3 \pm 995}{108}$	$\frac{1,0 \pm 59,0}{14,7}$	$\frac{36,0 \pm 1290}{188}$
7	14	$\frac{5,05 \pm 7,61}{6,52}$	$\frac{86,6 \pm 109,6}{98,8}$	$\frac{0,21 \pm 9,08}{3,62}$	$\frac{3,9 \pm 337}{117}$	$\frac{1,2 \pm 93,0}{34,0}$	$\frac{5,0 \pm 764}{136}$	$\frac{13,3 \pm 1687}{373}$	$\frac{31,0 \pm 531}{290}$
8	12	$\frac{5,40 \pm 7,62}{6,72}$	$\frac{97,9 \pm 126,1}{105,1}$	$\frac{0,04 \pm 2,55}{0,68}$	$\frac{1,3 \pm 47,9}{11,8}$	$\frac{0,3 \pm 5,4}{1,4}$	$\frac{0,2 \pm 20,0}{9,6}$	$\frac{2,9 \pm 28,7}{10,0}$	$\frac{7,9 \pm 242}{100}$

При ветрах южной четверти и нагонных ситуациях сточные воды распространялись до мыса Балаклавского и даже до района Штольни. На этих станциях зафиксирована наибольшая интенсивность инвазии (ИИ) мидий метацеркариями трематоды *Parvatrema duboisi*. Максимальная ИИ составляла 668 экз./особь в районе м. Балаклавского и 622 экз./особь в районе Штольни. Средние величины ИИ равнялись 259 ± 40 экз./особь и 105 ± 31 экз./особь соответственно. Экстенсивность инвазии (ЭИ) составляла 100%.

Мелководная часть бухты также остается загрязненной [2]. Здесь отмечено самое высокое нитратное загрязнение, которое по средней величине за весь период наблюдений равнялось 286 мкг/л, что в 30 раз выше, чем на взморье, в 2,6 раза выше по сравнению с глубоководной частью бухты и в 2 раза выше, чем в районе м. Балаклавского. Кроме того, по литературным данным [4] в кутовой части бухты наблюдали наиболее высокие загрязнения грунта тяжелыми металлами, такими как медь (809,0 мг/кг), свинец (739,6 мг/кг), ртуть (3,242 мг/кг).

Результатом негативного антропогенного влияния явилось уменьшение в этом районе линейных размеров и массы одновозрастных мидий относительно других точек отбора. Средний возраст моллюсков здесь составлял 1,5 года, максимальный – 3 года, в то время как на других станциях средний возраст составлял 2 года, а максимальный – 5 лет. Линейный рост мидий в различных местах отбора проб представлен на рис. 2.

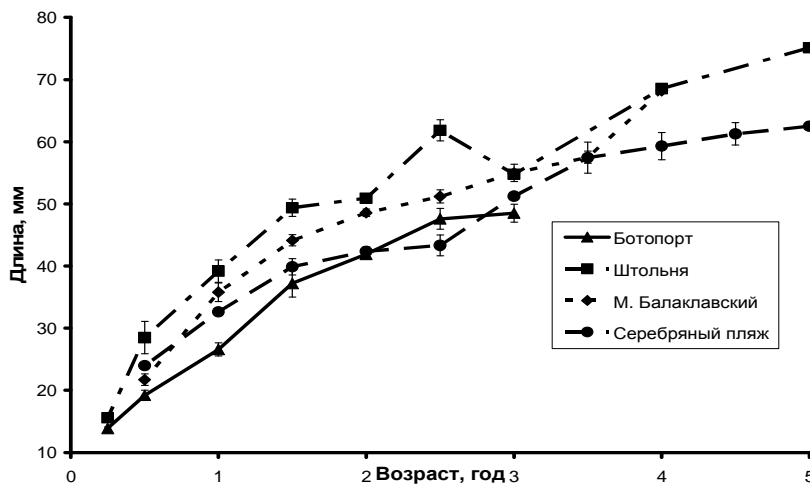


Рис. 2. Кривые линейного роста мидий

Средняя величина интенсивности инвазии трематодой *P. duboisi* составляла 21 ± 4 экз./особь, максимальная – 63 экз./особь, экстенсивность инвазии была 100%. Некоторое уменьшение степени поражения мидий в кутовой части бухты относительно районов м. Балаклавского и Штольни, возможно, связано с ингибирующим эффектом высоких концентраций загрязняющих веществ на популяцию расселительных личинок трематоды.

На Серебряном пляже отмечено самое низкое содержание биогенных элементов, величин БПК₅, а также максимальное количество растворенного в воде кислорода (табл. 1). Средние величины гидрохимических показателей морской воды на поверхности в районе Серебряного пляжа практически не отличались от величин в незагрязненных прибрежных водах.

Мидии в этом районе были наименее заражены метацеркариями трематоды: средняя интенсивность инвазии *P. duboisi* составляла $2,0 \pm 0,4$ экз./особь, максимальная – 8 экз./особь, экстенсивность инвазии – 94%. В тоже время, здесь наблюдалось наибольшее поражение мидий грегариной *Nematopsis legeri*. Средняя интенсивность инвазии равнялась 993 ± 317 экз./особь, максимальная – 4700 экз./особь, ЭИ – 94%. Зараженность грегариной снизилась при продвижении от Серебряного пляжа к кутовой части бухты на 1–2 порядка. Здесь средняя ИИ равнялась 67 ± 54 экз./особь, максимальная ее величина составляла 1000 экз./особь, а экстенсивность инвазии была 12%. Такое распределение *N. Legeri*, по-видимому, связано с особенностью распространения каменного краба *Eriphia verrucosa* – основного хозяина грегарины, предпочитающего чистые воды.

Выводы

Таким образом, обобщение и анализ материала, полученного в районе Балаклавской бухты и на прилегающей к ней прибрежной части моря, показали следующее.

Наиболее загрязнен район мыса Балаклавского, где установлено превышение предельно допустимых концентраций по максимальным величинам БПК₅, нитритному и аммонийному азоту. В мелководной части бухты зафиксировано превышение ПДК по нитратному азоту.

Для районов м. Балаклавского и Штольни характерна максимальная интенсивность инвазии средиземноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. метацеркариями трематоды *Parvatrema duboisi*; для акватории Серебряного пляжа отмечено максимальное поражение мидий грегариной *Nematopsis legeri*.

1. Золотарев В.И. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков / В.И. Золотарев. – К.: Наук. думка, 1989. – 112 с.
2. Ковригина Н.П. Оценка антропогенного воздействия и сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты / Н.П. Ковригина, М.А. Попов, Е.В. Лисицкая [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2003. – Вып. 8 – С. 105–114.
3. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
4. Санитарные аспекты загрязнения Балаклавской бухты тяжелыми металлами : Третья міжнародна конференція «Чистота довкілля в нашому місті». Севастополь, 2–5 жовтня 2007. – Севастополь, 2007.

М.А. Попов, Н.П. Ковригина, В.К. Мачкевський, В.Л. Лозовський, А.Ф. Козінцев

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО ЧИННИКА НА ГІДРОХІМІЧНІ УМОВИ, МІДІЮ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. І ЇЇ ЕНДОСІМБІОНТІВ В БАЛАКЛАВСЬКІЙ БУХТІ

Охарактеризовано діапазон мінливості і середні величини гідрохімічних параметрів у 2000–2007 рр. в Балаклавській бухті і на узмор'ї. Показано вплив антропогенного чинника на зниження темпів росту мідій, а також на зміну чисельності та якісний склад їх ендосимбіонтів.

Ключові слова: Балаклавська бухта, гідрохімічні параметри, мідія, ендосимбіонти

M.A. Popov, N.P. Kovrigina, V.K. Machkevskiy, V.L. Lozovskiy, A.F. Kozintsev

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR ON HYDROCHEMICAL PARAMETERS, MUSSEL *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. AND IT ENDOSYMBIONTS IN A BALAKLAVA BAY

The variability range and average sizes of hydrochemical parameters during 2000–2007 in the Balaklava bay and near shore is presented. An influence of the anthropogenic factor on decline of mussel grown rates and also on change of number and qualitative structure of their endosymbionts is shown.

Key words: Balaklava bay, hydrochemical parameters, mussel, endosymbionts

УДК 593.17 (262.5)

Л.А. ПОПОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНОЗА ИНFUЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ В БУХТЕ СТРЕЛЕЦКОЙ И НЕФТЕГАВАНИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Рассмотрены таксономический состав, динамика численности инфузорий, заселявших стеклянные пластины, погружённые в морскую воду в лабораторном эксперименте и в местах хронического нефтяного загрязнения (б. Стрелецкой и Нефтегавани).

Ключевые слова: инфузории перифитона, заселение искусственных субстратов, Чёрное море

Изучение перифитона при биологическом анализе морской среды имеет большое значение в связи с тем, что организмы, его составляющие, характеризуют условия именно данного пункта, а не занесены случайно из других мест. Характер биоценозов обрастания в определённом пункте водоёма позволяет судить о загрязнении воды за определённый промежуток времени, предшествующий исследованию. Колонизация морских субстратов осуществляется в несколько этапов, каждый из которых характеризуется организмами, функционирование которых стимулирует развитие последующих стадий заселения (Бурковский, 1990; Wahl, 1989; Раилкин, 1998 и др.)

Целью работы являлось сравнение заселения и развития инфузорий перифитона на однотипных субстратах в природной среде и в лаборатории.

Материал и методы исследований

Бухта Стрелецкая и Нефтегавань являются полигонами, где на протяжении многих лет отрабатываются методы санитарно-биологических исследований [7]. В период с апреля по ноябрь 2008 г. ежемесячно к корабельной бочке (б. Стрелецкая) и сваям нефтяного пирса (Нефтегавань) на глубину 2 м от поверхности воды подвешивали экспериментальные установки. Десять стеклянных пластин, закреплённых держателями, снаружи защищённых мелкоячеистой сеткой. Спустя месяц их снимали, заменяя на новые. Транспортировали установки в ёмкостях с морской водой. В тот же день в лаборатории из 5-ти литровых стеклянных камер с принудительной аэрацией после измерения температуры воды снимали аналогичную лабораторную установку. В стеклянные камеры заливали свежую морскую воду из б. Стрелецкой (С.л.) и/или Нефтегавани (Н.л.) и подвешивали новую установку. Обсчёт пластин с установок – полевой и лабораторной проводили в день снятия. Полученные данные пересчитывали для площади поверхности на 1 м². Определение таксономической принадлежности инфузорий проводили по [8].

Результаты исследований и их обсуждение

За исследуемый период в обрастании стёкол обнаруживали от 2 до 10 видов цилиат (табл. 1). Максимальное количество видов отмечено в Нефтегавани в полевом эксперименте – 10, минимальное – 2 вида – в апреле и августе в лабораторном эксперименте. В перифитоне Стрелецкой бухты максимальное таксономическое разнообразие зарегистрировано в полевом эксперименте в мае – 9, минимальное – в апреле, в лабораторном. В обрастаниях стеклянных пластин как из Нефтегавани, так и из Стрелецкой бухты практически всегда количество видов больше на полевых установках, чем на лабораторных. Это вполне объяснимо, поскольку вероятность осадения нового вида в открытом естественном водоёме выше таковой в ограниченном объёме стеклянной камеры. Практически всегда, как на лабораторных, так и на полевых установках доминирующим по численности видом были *Paramecium* sp., составляя от 56,9% до 77,8% от общей численности. Только в перифитоне установки в б. Стрелецкая их численность не превышала 22,5% от общей, а преобладал вид *Tintinidium* sp. (25,2%).

Таблиця 1

Количество видов инфузорий в перифитоне искусственных субстратов

Месяц	Нп	Нл	Месяц	Сп	Сл
апрель	9	2	март	6	2
июнь	8	6	май	9	5
июль	5	3	июнь	6	6
август	7	2	август	6	3
сентябрь	7	8	октябрь	6	5
ноябрь	10	3	ноябрь	6	5

Примечания: Нп – данные по полювому эксперименту в Нефтегавани, Нл – по кабораторному эксперименту в морской воде из Нефтегавани, Сп – полювой эксперимент в б. Стрелецкая, Сл – с морской водой из б. Стрелецкой.

В перифитоне из Нефтегавани на полевых установках постоянно (в 100% проб) обнаруживали *Litonotus* sp., *Prorodon* sp. и *Uronema marina*, в 83,3 % из всех проб встречались *Paramecium* sp. и *Euplotes crassus*, а в лабораторных 100%-ная встречаемость не отмечена ни для одного вида. Для перифитона Стрелецкой бухты наиболее характерным видом была *Uronema marina*, встреченная во всех пробах, как полевых, так и лабораторных. Кроме данного вида во всех полевых установках были найдены *Litonotus* sp. и *Prorodon* sp. В полевом эксперименте в перифитоне Нефтегавани максимальная численность цилиат – 16203 экз./м² отмечена в августе, наименьшая – 1061 экз./м² – в апреле. В лабораторной установке максимальную численность отмечали в июле – 3761 экз./м², минимальную – 1189 экз./м² в ноябре. Температура морской воды изменялась в пределах от 11°C до 25°C. Динамика численности инфузорий перифитона Нефтегавани показана на рис. 1а.

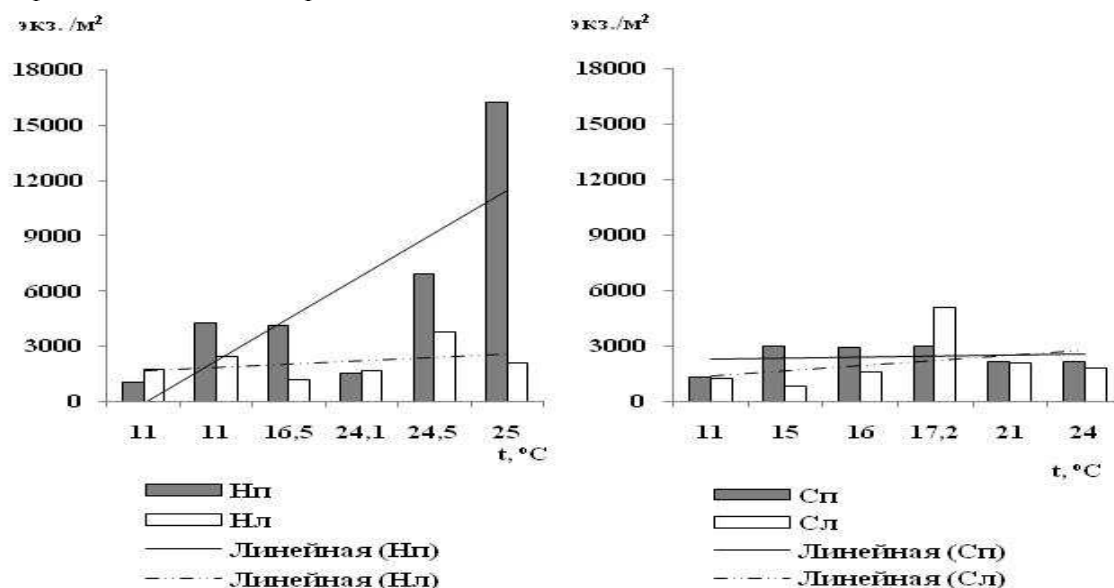


Рис. 1. Изменение численности перифитонных инфузорий по градиенту температуры морской воды в Нефтегавани (а) и бухте Стрелецкой (б) в полювом (Нп, Сп) и лабораторном (Нл, Сл) эксперименте

Сравнение данных лабораторного и полювого экспериментов по критерию Стьюдента показывает достоверное различие между ними ($t=1.544$, при $n=12$ и $P=0.95$). В полювом эксперименте наблюдается отчетливая тенденция ($r=0.54$) увеличения численности инфузорий при повышении температуры морской воды. Для лабораторной установки такая тенденция гораздо менее выражена ($r=0.32$), что объяснимо, поскольку колебания температуры морской воды в лаборатории сглажены. В полювом эксперименте в перифитоне бухты Стрелецкая максимальная численность цилиат отмечена осенью – около 3 тыс. экз./м², наименьшая – 1312 экз./м² – в марте. В лабораторных условиях максимум численности 5062 экз./м² пришёлся на октябрь, минимум – 844 экз./м² – на ноябрь. Температура морской воды изменялась в пределах от 11 °C до 24°C. Динамика численности инфузорий перифитона б. Стрелецкая показана на рис. 1б.

Сравнение данных лабораторного и полевого экспериментов с перифитоном б. Стрелецкой по критерию Стьюдента показывает достоверное различие между ними ($t=0,383$, при $n=12$ и $P=0,95$). Для перифитонных инфузорий как полевой, так и лабораторной установки наблюдали слабо выраженную положительную тенденцию увеличения численности при повышении температуры морской воды ($r=0,15$ и $r=0,18$ соответственно).

Сравнение заселения инфузориями пластин полевых установок в обеих акваториях (при достоверном различии совокупностей данных по Стьюденту $t=0,1421$, $n=12$ и $P=0,95$), показало, что в Нефтегавани процессы происходили более активно (рис. 2а). В лабораторных установках (при достоверном различии совокупностей данных $t=0,016$, $n=12$ и $P=0,95$) (рис. 2б) активность заселения была примерно одинаковой (на стеклянных пластинах установки в воде из Нефтегавани пик активности заселения приходится на июнь–июль, из б. Стрелецкой – на сентябрь–октябрь).

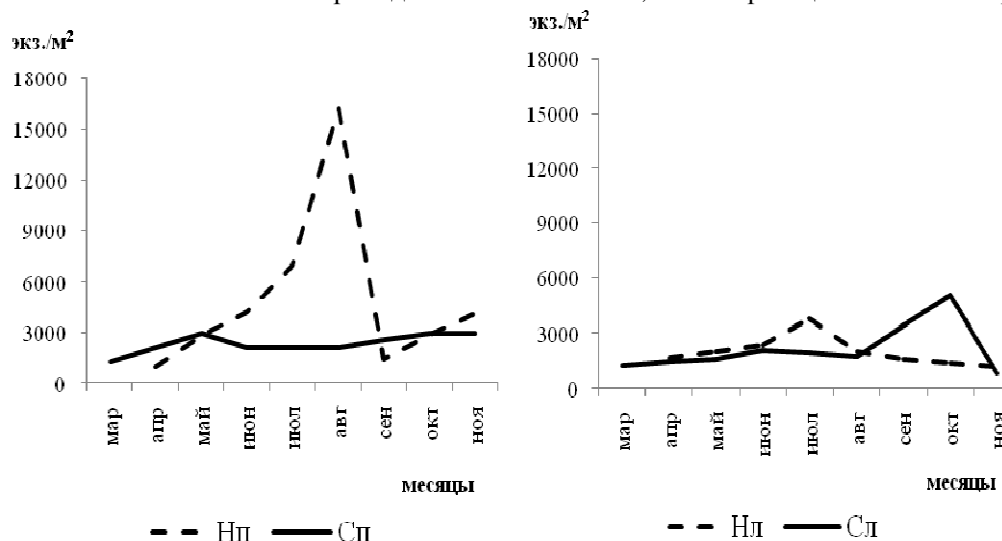


Рис.2. Сравнительная характеристика процессов заселения инфузориями установок в полевых (а) и лабораторных (б) условиях

Выводы

На основании наблюдений за качественно-количественными изменениями характеристик инфузорияльного сообщества можно отметить, что максимального развития цилиаты достигали в Нефтегавани (как в полевом, так и в лабораторном эксперименте) при температуре морской воды выше 20°C , при доминировании *Paramecium* sp. В установках в б. Стрелецкой напротив, максимум развития отмечен при более низких температурах весной и осенью, с преобладанием *Tintinidium* sp. и *Uronema marina*. Видовой состав перифитонных цилиат на двух полигонах различен.

1. Брайко В.Д. Роль бродяжек инфузорий ценоза обрастаний в планктоне и особенности их экологии / Брайко В.Д., Далёкая Л.Б. // Известия АН СССР. Биол. сер. – 1984. – № 6. – С. 880–886.
2. Бурковский И.В. Колонизация стерильного морского песка псаммофильными организмами / И.В. Бурковский // Экология свободноживущих морских и пресноводных простейших. – Л.: Наука, 1990. – С. 37–46.
3. Далёкая Л.Б. Прикрепленные инфузории сообщества обрастания на стадии доминирования гидроида *Obelia loveni* / Л.Б. Далёкая // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. – 2005. – № 4 (27). – С. 63.
4. Жариков В.В. Участие простейших в обрастании стёкол в Чёрном море / В.В. Жариков // Вест. Лен. ун-та. – 1980. – № 15, вып. 3. – С. 21–32.
5. Попова Л.А. Методы и результаты изучения сообщества инфузорий на твердом субстрате / Л.А. Попова // Экология моря. – 2004. – Вып. 66. – С. 88–90.
6. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания / А.И. Раилкин. – СПб.: СПбГУ. – 267 с.
7. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / [под общ. ред. О.Г. Миронова]. – ИнБЮМ НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 192 с.
8. Kahl A. Ciliata libera et ectocommensalia / A. Kahl. – Leipzig. [Tierwelt der Nord- und Ostsee: Lief. 23]. – 1933. – Vol. 2, N 3. – P. 146.
9. Wahl M. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects / M. Wahl // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1989. – Vol. 58, N 1–2. – P. 175–189.

Л.О. Попова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ФОРМУВАННЯ ЦЕНОЗУ ІНФУЗОРІЙ ПЕРИФІТОНУ НА ШТУЧНИХ СУБСТРАТАХ У БУХТІ СТІЛЕЦЬКІЙ ТА НАФТОГАВАНІ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Розглянуто таксономічний склад, динаміка чисельності інфузорій, які заселяли скляні пластини, занурені в морську воду в лабораторному експерименті, і в місцях хронічного нафтового забруднення (б. Стрілецька і Нафтогавань) у період з квітня до листопада 2008 р.

Ключові слова: ціліаперифітон, заселення штучних субстратів, взаємодія з нафтовим забрудненням, Чорне море

L.A. Popova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

FORMATION CENOSIS OF PERIPHYTON INFUSORIANS ON ARTIFICIAL SUBSTRATES IN STRELETSKAYA BAY AND OIL HARBOR (BLACK SEA)

Consider the taxonomic composition, population dynamics of ciliates, lived on the glass plates are immersed in sea water in a laboratory experiment and in the field of chronic oil pollution (Streletskaia Bay and Oil Harbor, Black Sea) in the period from April to November 2008 at various concentrations of oil hydrocarbons in seawater.

Key words: ciliaperiphyton, interaction with oil pollution, Black Sea

УДК 582.26:581.55 (262.5)

Н.К. РЕВКОВ, А.Н. БОБКОВА, Е.Л. НЕВРОВА, Ю.П. КОПЫТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр. Нахимова 2, Севастополь 99011

ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС РЫХЛЫХ ГРУНТОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Методами многомерной статистики проанализировано распределение пигментного комплекса (хл. *a*, *b*, *c*, феопигменты и каротиноиды) в донных отложениях б. Севастопольской и его связь с абиотическими параметрами.

Ключевые слова: пигменты, бентосные диатомовые, Чёрное море

При оценке состояния водных экосистем одними из базовых являются данные о концентрации фотосинтезирующих пигментов. В большинстве работ анализируются материалы, полученные для различных (по большей части поверхностных) горизонтов водной толщи. При этом донные осадки как элемент экосистемы, содержащий фотосинтезирующие пигменты, часто не берётся во внимание. Несомненно, это приводит к недоучету и общих продукционных возможностей акваторий.

В данной работе выполнен анализ распределения пигментов в донных отложениях Севастопольской бухты, относящейся к наиболее интенсивно используемым акваториям крымского побережья Черного моря.

Материал и методы исследований

Настоящая работа является продолжением анализа материалов, полученных в результате комплексной съёмки бентоса рыхлых грунтов Севастопольской бухты, выполненной в июне 2001 г. (рис. 1).

Материал для анализа пигментов и диатомовых отобран одновременно с поверхности грунта, поднятого дночерпателем Петерсена ($S=0,04 \text{ м}^2$).

В работе использована матрица данных из 32 абиотических переменных, полученная в результате параллельных исследований химического и биохимического состава грунтов и придонных слоев воды [6], а также матрица данных по количественному распределению донных диатомовых [3]. Обработка проб и количественный учет микроводорослей проведена по

стандартної методикі [2, 3]. Всього в результаті наших досліджень в складі таксоценозів діатомових б. Севастопольської відмічено 186 видів і внутривидових таксонов [3].

Для извлечения пигментов навеска грунта, высушенного до постоянного воздушно-сухого веса (400–500 мг ила или 600–700 мг песка), обрабатывалась 2 мл ацетона. В полученных экстрактах определение содержания фотосинтетических пигментов *a*, *b*, *c*, феопигментов и каротиноидов (далее пигментный комплекс ПК) проводилось спектрофотометрическим методом [1, 4].

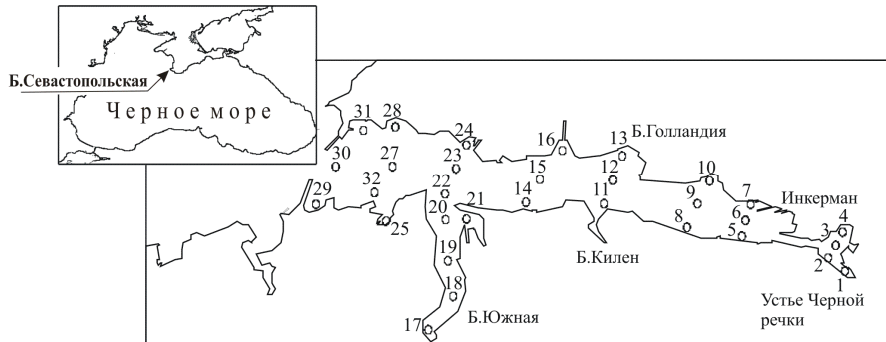


Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных в б. Севастопольской в 2001 г.

Оценка пространственной неоднородности ПК донных отложений бухты выполнена в программах CLUSTER и MDS пакета PRIMER. В расчёте использована стандартизованная матрица концентраций пигментов; как мера сходства станций по ПК принято Евклидово расстояние. В качестве биотического параметра, функционально связанного с ПК, в работе рассматривается таксоцен бентосных диатомовых. Анализ выполнен по алгоритму [5] в программе BIOENV пакета PRIMER.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты многомерного анализа выявляют неоднородность ПК донных отложений б. Севастопольской, представленного тремя основными комплексами станций: A_1 , A_2 , В (рис. 2). Маргинальная станция № 21 (в дальнейшем С) наиболее близка к A_1 . Отмеченные комплексы дистанционированы и ранжированы в ординационной плоскости: В– A_2 – A_1 –С. В основе ранжированности лежит соответствующее возрастание (от В к С) количественных параметров развития ПК донных отложений бухты (рис. 3).

Комплексы A_1 и A_2 занимают большую часть Севастопольской бухты. Станции комплекса В локализованы в краевых областях: у входа в Севастопольскую бухту, в кутовых частях Южной и Севастопольской бухт; С – близ выхода из Южной бухты (рис. 4).

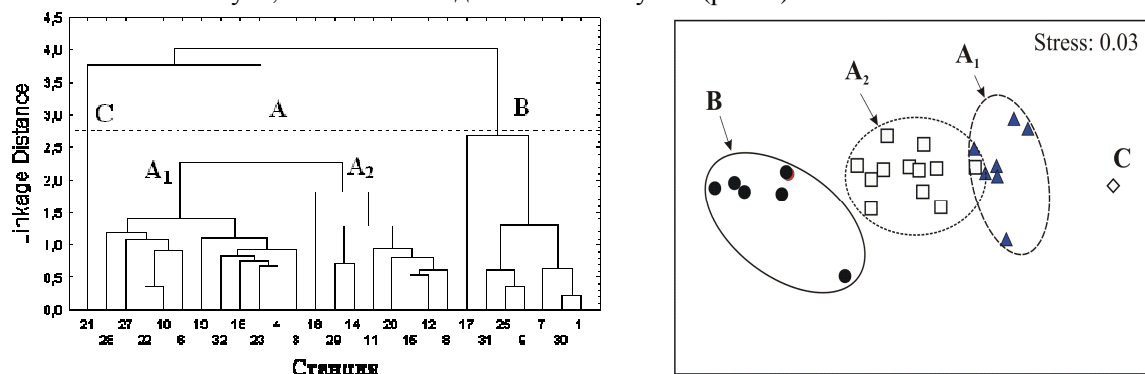


Рис. 2. Дендрограмма станций Севастопольской бухты и их ординация по результатам кластерного и MDS анализов. A_1 , A_2 , В и С – комплексы станций

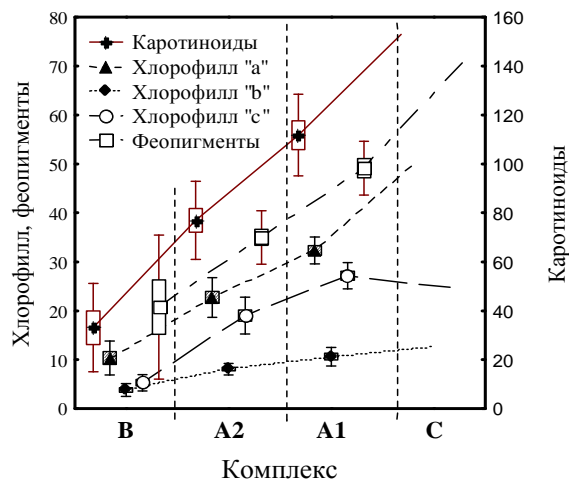


Рис. 3. Концентрация пигментов (мкг/г сухой массы) в различных комплексах станций б. Севастопольской



Рис. 4. ПК в донных отложениях Севастопольской бухты

Из 32 анализируемых абиотических переменных наиболее удовлетворительно распределение станций по ПК описывает комбинация из пяти переменных: белок, кислото- и этанолрастворимые углеводы, сухое и органическое в-во ($\rho_w=0,748$). В указанной комбинации только сухое в-во имеет отрицательный тренд изменения на шкале В–А₂–А₁–С (рис. 5А). Из набора одиночных параметров наиболее значимым ($\rho_w=0,709$) является белок. Все пигменты имеют с ним положительный высокий уровень корреляции (0,79–0,93) (рис. 5 В).

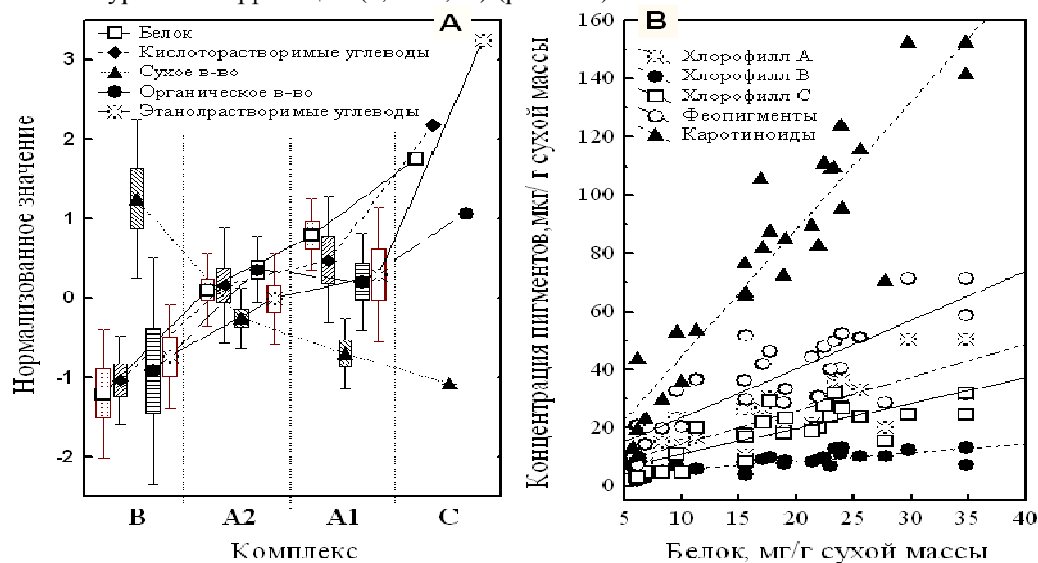


Рис. 5. А – кривые изменения средних значений абиотических параметров (из комбинации пяти наиболее значимых) в ранжированном ряду ПК, полученном по результатам ординации станций; В – концентрация пигментов в зависимости от концентрации белка

Отметим, что в группу переменных, определяющих распределение ПК в б. Севастопольской, не попали многие явные “загрязнители” акватории (табл. 1) [6]. Их концентрация в донных отложениях в отношении изучаемого компонента может быть отнесена к нейтрально фоновой.

Одним из продуцентов хлорофилла с являются донные диатомовые. Их плотность максимальна на центральных участках Севастопольской бухты с пиками в Южной бухте (до 148720 экз./см² дна) и в районе фарватера близ Северного Дока (95725 экз./см² дна) [3] (рис. 6).

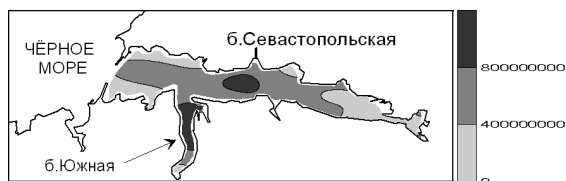


Рис. 6. Пространственное распределение бентосных диатомовых (экз./м²) в донных отложениях б. Севастопольской

Состав таксоцены диатомовых в пределах выделенных ПК относительно однороден. Из 10 наиболее значимых видов, определяющих 60 % сходства внутри группировок А₁ и В, различающихся по уровню концентрации хлорофилла с в наибольшей степени (рис. 7), семь видов – общие. Это *Nitzschia sigma* (Kützing) W.Smith, *N. compressa* (Bailey) Boyer, *Melosira moniliformis* (O.Müller) Agardh, *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve, *Rhabdonema adriaticum* Kützing, *Grammatophora marina* Lyngbye (Kützing) и *Navicula cancellata* Donkin. Различия между выделенными группировками при натуральных значениях плотности диатомовых находятся в пределах 58–69 % (коэффициент Брэй-Куртиса) и обусловлены количественным развитием видов, но не видовым составом таксоцены внутри группировок.

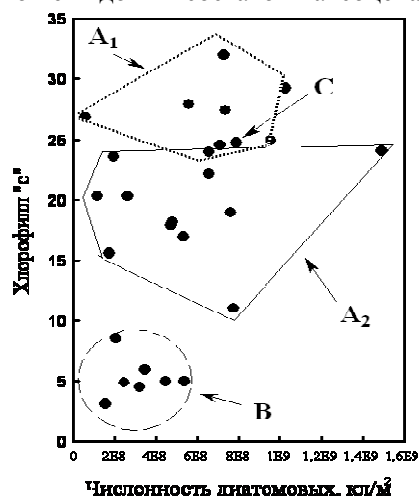


Рис. 7. Концентрация хлорофилла «с» при разной плотности донных диатомовых и в разных ПК бухты

Выявлено, что комплекс из 7 видов донных диатомовых: *Cocconeis britannica* Naegeli, *C. euglypta* Ehrenberg, *Dimeregramma minor* (Gregory) Ralfs, *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve, *Parlibellus plicatus* (Donkin) Cox, *Navicula salinarum* Grunow и *Nitzschia pusilla* Grunow наиболее адекватно определяет распределение ПК в донных отложениях акватории ($\rho_w=0,663$). Однако, эти виды не являются доминирующими в таксоцены диатомовых и в сумме на 23 станциях составляют 0–0,005 % от общей плотности диатомовых, на пяти станциях – 1,3–2,5 %, и на трех – 32,3–50,0 %.

Концентрация хлорофилла «с» характеризуется определенной внутри- и межкомплексной вариабельностью (рис. 7). При одинаковой плотности донных диатомовых в разных участках акватории, соответствующих определенным комплексам, наблюдается разный уровень концентрации хл. с. Отмеченное различие концентраций существенно, и между группировками А₁ и В достигает ~5.4 раз.

Попытка объяснения различий в уровнях концентрации хл. с внутри выделенных комплексов изменениями в структуре сообществ донных диатомовых не дала положительного результата. При сходном наборе наиболее значимых видов, различия в уровнях концентрации хл. с выделенных группировок может быть следствием как разной функциональной активности донных диатомовых внутри выделенных ПК, так и свидетельством наличия иного (помимо диатомовых) мощного источника хл. с (цианобактерий или автотрофных протистов) в донных отложениях. Учитывая кумулятивный характер регистрации пигментов в донных отложениях б. Севастопольской, достигаемые при этом уровни концентраций ПК можно отнести к биоценотическим (включающим различные источники формирования).

1. Кобленц-Мишке О.И. Экстрактный и безэкстрактный методы определения фотосинтетических пигментов в пробе / О.И. Кобленц-Мишке // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. – М.: Наука, 1983. – С. 114–125.
2. Неврова Е.Л. Видовой состав таксоцены бентосных диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) бухты Ласпи (Черное море, Украина) / Неврова Е.Л., Ревков Н.К. // Альгология. – 2003. – Т. 13, № 3. – С. 269–282.

3. *Петров А.Н.* Многомерный анализ распределения бентосных диатомовых (*Bacillariophyta*) в поле градиентов абиотических факторов в Севастопольской бухте (Черное море, Крым) / А.Н. Петров, Е.Л. Неврова, Л. В. Малахова // Морской экологический журнал. – 2005. – Т. 4, № 3. – С. 65–77.
4. *Чербаджи И.И.* Определение фотосинтетических пигментов / И.И. Чербаджи // Методы химического анализа в гидробиологических исследованиях. – Владивосток, 1979. – С.103–111.
5. *Field J.G.* A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns / J.G. Field, K.R. Clarke, R.M. Warwick // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1982. – N 8. – P. 37–52.
6. *Comparative analysis of long-term alterations in structural organization of zoobenthos under permanent anthropogenic impact (case study: Sevastopol bay, Crimea)* / N. K. Revkov, A. N. Petrov, E. A. Kolesnikova, G. A. Dobrotina. – Marine Ecological Journal. – 2008. – Vol. 7, N 3. – P. 37–49.

Н.К. Ревков, А.Н. Бобкова, Е.Л. Неврова, Ю.П. Копитов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПІГМЕНТНИЙ КОМПЛЕКС ПУХКИХ ҐРУНТІВ СЕВАСТОПОЛЬСЬКОЇ БУХТИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Методами багатомірної статистики проаналізований розподіл пігментного комплексу (хл. а, b, с, феопігменти і каротіноїди) у донних відкладеннях б. Севастопольської та його зв'язок з абіотичними параметрами.

Ключові слова: пігменти, бентосні діатомові, Чорне море

N.K. Revkov, A.N. Bobkova, E.L. Nevrova, Yu.P. Kopytov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

PIGMENTAL COMPLEX OF LOOSE SOILS OF SEVASTOPOL BAY (BLACK SEA)

Distribution of pigment complex of chlorophylls *a*, *b*, *c*, pheopigments and carotenoids in bottom sediments of the Sevastopol bay and its relationship with abiotic parameters by multivariate statistic methods were analyzed.

Key words: pigments, benthos diatomaceous, Black sea

УДК 576.89:597(261)

С.И. РУБЦОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

РАЗРАБОТКА НОВОГО ПОДХОДА К ИНТЕГРИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

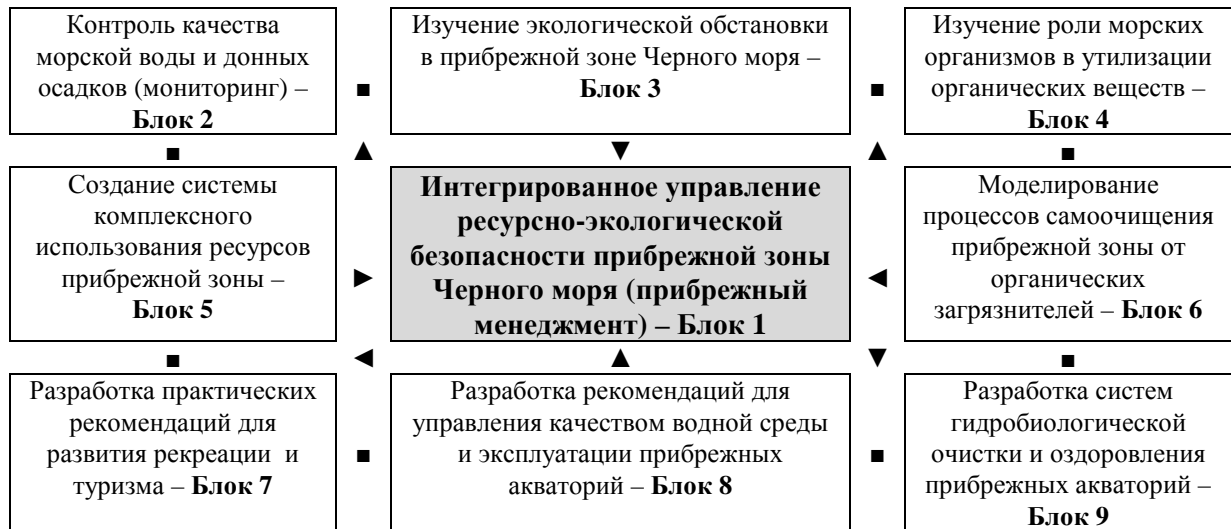
В работе предложен новый подход к интегрированному управлению ресурсно-экологической безопасности прибрежной зоны, что позволит разработать практические рекомендации для управления качеством водной среды и эксплуатации прибрежных акваторий, а также для развития рекреации и туризма в Причерноморском регионе.

Ключевые слова: экологическое состояние, самоочищение, прибрежный менеджмент, Черное море

В связи с возрастающим использованием прибрежных зон, интенсивным освоением природных ресурсов, знание только биологии гидробионтов уже недостаточно для их охраны и рационального использования. Необходим комплексный подход для решения проблем прибрежных зон в Украине.

Цель предстоящих исследований – способствовать устойчивой, экологически безопасной эксплуатации рекреационной зоны прибрежных акваторий Черного моря. Задачи представлены в табл. 1.

Интегрированное управление ресурсно-экологической безопасности прибрежной зоны
Черного моря



Блок 1. Прибрежный менеджмент, объединяет все остальные блоки. Прибрежный менеджмент определяется как скоординированная деятельность по управлению и руководству прибрежной зоной. В последнее время получило развитие новое научное направление – “экологический менеджмент” [2, 3], или “экологический менеджмент природопользования” [4]. Последний из них определяется как совокупность организационно-управленческих и экономических инструментов регулирования взаимоотношений между субъектами и сферами управления, что, по мнению О. Балацкого и др. [1], носит несколько дискуссионный характер, однако вызывает немалый интерес в части методологии и терминологии. С. Харичков и Т. Галушкина определяют собственно “экологический менеджмент” как междисциплинарную науку, разрабатывающую оптимальные варианты конкурентоспособных управленческих решений в отношении природоохранной деятельности [2]. Комплексное управление прибрежной зоной представляет собой непрерывный процесс выработки и принятия решений, направленный на гармоничное развитие прибрежных районов в целях его устойчивого развития. Под прибрежной зоной нами понимается зона контакта суши с морем, включая природные комплексы – как берега, так и прилежащую морскую акваторию в границах, позволяющих обеспечить экологически сбалансированное развитие прибрежных территорий, сохранение прибрежных и морских ландшафтов и экосистем от загрязнения и уничтожения, – территория с режимом ограниченной и регулируемой хозяйственной и иной деятельности. Прибрежная зона - это пространство, где с особой интенсивностью осуществляется взаимодействие человека с окружающей средой.

Блок 2. Контроль качества морской воды и донных осадков или мониторинг. В этом разделе планируется на заранее выбранных полигонах в прибрежной зоне Черного моря производить плановые исследования динамики загрязняющих веществ, включая нефть и нефтепродукты, а также численности основных организмов, участвующих в трансформации загрязнений (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в акватории Севастополя

Блок 3. Позволит дать оценку экологического состояния прибрежной среды рекреационной зоны. При этом рассматриваются такие пункты, как, загрязнение, береговой сток; проводится контроль над источниками загрязнения, изучаются объемы загрязнений, поступающих от

плавсредств и в результате свала мусора, производится оценка и мониторинг загрязняющих веществ Севастопольских бухт (рис. 2).



Рис. 2. Распределение хлороформэкстрагируемых веществ (ХЭВ) и нефтяных углеводородов (Н/у) в донных осадках Севастопольских бухт

Блок 4. Направлен на изучение и последующие использование морских организмов в утилизации загрязняющих веществ. Поступающие в воду органические вещества служат пищей микроорганизмам, и поэтому обогащение воды этими веществами непременно влечет за собой вспышку развития микрофлоры. Микроорганизмы являются биоиндикаторами наличия различных видов загрязняющих веществ в морской воде. Гетеротрофные бактерии в своем питании используют легкодоступные органические вещества. Количественное содержание нефтеокисляющих микроорганизмов является свидетельством идущего процесса естественного самоочищения морской среды от нефти и нефтепродуктов [5, 7, 9] (рис. 3).

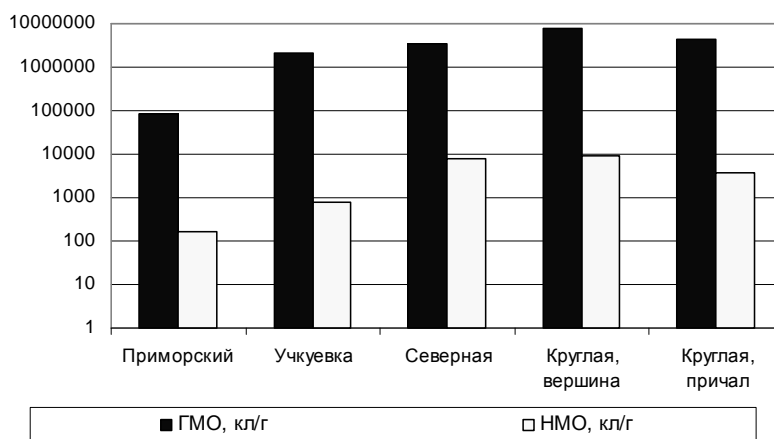


Рис. 3. Численность гетеротрофных (ГМО) и нефтеокисляющих (НМО) бактерий в прибойной зоне Севастопольских бухт

Блок 5. Создание системы комплексного использования ресурсов прибрежной зоны. В этом блоке рассматриваются вопросы промышленной эксплуатации ресурсов, охраны биологического разнообразия, охраны мест обитания и ландшафта, оценки уровней воздействия на окружающую среду и объединенного управления прибрежной зоной.

Моделирование процессов самоочищения прибрежной зоны от органических загрязнителей – **Блок 6.** Опубликованные данные ряда авторов по скорости микробного разрушения углеводородов нефти в разных морских водоемах имеют широкую вариабельность – от 0,7 до 500,0 мг/(дм³*сутки). Скорость микробного разрушения нефтяных углеводородов в донных осадках прибрежной зоны Севастопольского региона, по нашим данным, составляла 0,8 мг/(г*сутки) в летнее время и 0,01 мг/(г*сутки) зимой. По нашим расчетам, для естественного самоочищения

морской среды от нефтяных углеводородов в прибойной зоне Севастополя понадобится, в среднем, около 2 лет [6]. Нами рассчитана критическая антропогенная нагрузка нефтяного загрязнения прибойной зоны Севастопольского побережья Черного моря, площадью 216 км², которая не должна превышать 700 тонн в год. Данные величины могут значительно колебаться в зависимости от степени загрязнения морской воды и донных осадков нефтепродуктами, самоочищающей способности грунтов, численности нефтеокисляющих микроорганизмов, продукционных характеристик бактерий. Но наличие нефтеокисляющих бактерий в морской воде еще не означает присутствие там антропогенной нефти, а процесс микробного разложения нефти вызывает образование токсичных продуктов метаболизма (гидроперекиси, фенолы, кетоны, альдегиды и др.), что в свою очередь ведет к нарушениям трофической цепи всей экосистемы.

Приведенные расчеты свидетельствуют о больших потенциальных возможностях Севастопольского побережья Черного моря к самоочищению от нефтяных углеводородов. Однако, с увеличением уровня загрязнения, самоочищающая способность среды по отношению к нефтяным углеводородам значительно снижается, что, в конечном итоге, приводит к перестройке всей структуры экосистемы и уменьшению продукционной способности нефтеокисляющих бактерий. Для более точного расчета ассимилирующей способности морских экосистем по отношению к углеводородам нефти необходимы комплексные исследования, в том числе систематические микробиологические наблюдения в различных районах Черного моря, что позволит прогнозировать возможные последствия влияния нефти на морские экосистемы [7].

Блоки 7, 8, 9. Позволят разработать и предложить практические рекомендации обеспечения экологической безопасности населения в рекреационной зоне Черного моря. Общая площадь Украинского Причерноморья составляет 86,4 тыс. км², население – 5,26 млн. чел., т.е., соответственно 14,3% от общей территории Украины и 10,1% от ее населения [2].

Приморское положение региона и его непосредственный выход к крупнейшим речным магистралям определяют хозяйственную структуру Украинского Причерноморья. Для региона характерен именно приморский тип размещения, функционирования и развития производительных сил. Следует отметить, что именно в приморской зоне региона сконцентрированы 75–80% всех мощностей морского хозяйства Причерноморья, не менее 85% общего промышленного производства, около 70% населения региона, практически все санаторно-рекреационные хозяйства, большая часть как производственной, так и социальной инфраструктуры [2].

Ситуация значительно ухудшается в последние годы. Нами была сделана попытка экономической оценки экологического состояния приморских экосистем Крымского региона [8]. Экологическую ситуацию в Крыму характеризуют как напряженную на основе смены различных компонентов природной среды. Для Крымского региона это: внесение загрязнений и опреснение морских акваторий реками, эрозия почв, загрязнение сточными водами и нефтепродуктами, нарушения при добыче полезных ископаемых, засоление земель, антропогенно-рекреационное переустройство ландшафта, загрязнение прибрежной зоны моря, ухудшение качества гидроминеральных ресурсов, усиливающееся воздействие автотранспорта на атмосферу городов Крыма. Данный перечень можно продолжить. Все это создает чрезвычайную техногенную нагрузку на узкую береговую линию региона, что еще раз подтверждает необходимость совместной деятельности и координации усилий на сохранение Крымского Причерноморья. При сочетании функционирования туристско-рекреационного сектора с морехозяйственным и индустриальным комплексами, по-видимому, возможно их совместное развитие в сочетании с природоохранной и экологической деятельностью.

Выводы

Таким образом, создание общей программы, способствующей экологически безопасной эксплуатации рекреационной зоны прибрежных акваторий Черного моря – шаг к достижению устойчивого развития Черноморского региона. Внедрение в систему прибрежного менеджмента экологического мониторинга обеспечит объективную оценку состояния окружающей среды, самоочищающей способности прибрежных акваторий, позволит разработать конкретные практические рекомендации для управления качеством водной среды и эксплуатации прибрежных акваторий, развития рекреации и туризма в Украинском Причерноморье.

1. Балацкий О. Экологический менеджмент: проблемы и перспективы развития / О. Балацкий, В. Лукьянихин, Е. Лукьянихина // Экономика Украины. – 2000. – № 5. – С. 68–73.
2. Галушкина Т.П. Экологический менеджмент в Украине: реалии и перспективы / Галушкина Т.П., Харичков С.К.. – Одесса, 1998. – 108 с.

3. *Загвойская Л.* Экономические предпосылки менеджмента природных ресурсов в контексте устойчивого развития / Загвойская Л., Лазор О. // Экономика Украины. – 2005. – № 8 (517). – С. 75–80.
4. *Карагодов И.* Экологический менеджмент природопользования / И. Карагодов // Бизнес-информ. – 1998. – № 19. – С. 3–7
5. *Миронов О.Г.* Микробиологическая индикация нефтяного загрязнения в морской среде / О.Г. Миронов // Методы исследования органического вещества в океане. – М.: Наука. – 1980. – С. 275–283.
6. *Рубцова С.І.* Самоочищення морського середовища від вуглеводнів нафти у прибіній зоні Севастополя: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17. / С.І. Рубцова – Севастополь, 2003. – 19 с.
7. *Рубцова С.І.* Влияние абиотических факторов на численность нефтеокисляющих бактерий в прибрежных районах Черного моря / Рубцова С.І., Егоров В.Н. // Экология моря. – 2004. – Вып. 66. – С. 91–99.
8. *Рубцова С.І.* Економічна оцінка екологічного стану приморських екосистем Кримського регіону / С.І. Рубцова // Управління підприємством: проблеми та шляхи їх вирішення : мат. міжнар. наук.-практ. конф.– Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. – Т. 1. – С. 202–206.
9. *Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя* / [под общ. ред. О.Г. Миронова]. – ИнБЮМ НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 102 с.

С.І. Рубцова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

РОЗРОБКА НОВОГО ПІДХОДУ ДО ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Запропонований новий підхід до інтегрованого управління ресурсно-екологічної безпеки прибережної зони, що дозволить розробити практичні рекомендації для управління якістю водного середовища і експлуатації прибережних акваторій, а також для розвитку рекреації і туризму в Причорноморському регіоні.

Ключові слова: екологічний стан, самоочищення, прибережний менеджмент, Чорне море

S.I. Rubtsova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

DEVELOPMENT OF NEW GOING NEAR COMPUTER-INTEGRATED MANAGEMENT OF RESOURCE-ECOLOGICAL SAFETY OF OFF-SHORE AREA OF BLACK SEA

There is a new approach for integrated management of resource-ecological safety of coastal zone, which will allow to develop practical recommendations for management a quality of environment, exploitation of coastal aquatoriums and for development of tourism in the Black sea region.

Key words: ecological state, self-wiping, off-shore management, Black sea

УДК 581.132.1:551.468.(262.5)

О.М. РУСНАК

Одесская филия Института биологии південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ РІЗНИХ ЗОН ЧОРНОГО МОРЯ

Досліджено верхній шар донних відкладень Чорного моря в 1987, 1985, 2005, 2008 рр. Отримано дані про пігментний склад донних відкладень (хлорофіл, феофіменти і спільні каротиноїди) на різних глибинах.

Ключові слова: фотосинтетичні пігменти, донні відкладення, Чорне море

Для повного уявлення про екологічний стан водного об'єкту необхідна інформація про три її складові – водне середовище, донні відкладення та біоту [7]. Донні відкладення належать до найменш вивчених гідробіологами компонентів екосистеми. В останні десятиріччя в Україні дослідженням морських донних відкладень, про важливість яких йдеться в Директиві 2000/60/ЕС,

приділяється мало уваги [10]. Особливо нечисленними є дані про пігментний склад поверхневого шару чорноморських донних відкладень на різних глибинах. Накопичення і склад морських донних відкладень істотно розрізняються в прибережній, шельфовій та глибоководній зонах, що може впливати і на склад пігментів, які в них вміщуються.

Завдання цієї роботи є узагальнення даних щодо пігментного складу верхнього шару донних відкладень на різних глибинах Чорного моря.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використаний матеріал ряду експедицій. Експедиції на НДС «Проф. Водяницький» проводили в 1983 р. та 2005 р. в шельфовій та глибоководній зонах. Експедиції на НДС «Міклухо-Маклай» (1985 р.) та на НДС «Посейдон» (Інститут полярних і морських досліджень ім. Альфреда Вегенера (Німеччина) (2008 р.) проводили в мілководній, шельфовій та глибоководній зонах.

Проби донних відкладень відбирали на глибинах від 10 м до 2085 м. Для аналізу біохімічних показників використовувався верхній шар (1 см) донних відкладень.

Вміст рослинних пігментів (хлорофілу, феопігментів і каротиноїдів) в донних відкладеннях натуральної вологості визначали спектрофотометрично [8]. Розрахунки проводили згідно стандартних методик [6, 11, 12].

Результати досліджень та їх обговорення

Перші дослідження пігментного складу донних відкладень Чорного моря були проведені на матеріалах експедиційних досліджень на НДС «Міклухо-Маклай». Дослідження здійснені в 70-80-х рр. ХХ ст., в основному, в мілководній та шельфових зонах північно-західної частини Чорного моря. Встановлено, що на мілководді в прибережній зоні, особливо в районах інтенсивної седиментації фітопланктону, концентрація хлорофілу була значно вищою, ніж на шельфі [1–3]. У дослідженнях, що проводяться з 2004 р. донині, з метою моніторингу морського глибоководного каналу Дунай–Чорне море показано, що середнє значення концентрацій пігментів в донних відкладеннях Придунайського регіону зменшилося більше, ніж в два рази порівняно з попереднім періодом [9]. Це може бути пов'язано з зменшенням процесу антропогенного евтрофування.

Дослідження пігментів в глибоководних відкладеннях пов'язано з пошуками функціонуючих життєвих форм в сірководневому шарі. Вважається, що в Чорному морі на глибинах 170–200 м відсутні умови для життя аеробних організмів, що пов'язано з зникненням на цих глибинах кисню і появою сірководню. При цьому в поверхневому шарі осаду на глибоководних станціях виявлено підвищену кількість каротиноїдів [4, 5].

Для різних зон чорноморської екосистеми, що характеризуються різними глибинами, проведений порівняльний аналіз концентрацій пігментів (табл.). Він дозволив встановити залежність вмісту рослинних пігментів в донних відкладеннях від глибини їх залягання в Чорному морі.

Таблиця

Концентрації рослинних пігментів (мкг г⁻¹) в поверхневому шарі осадків Чорного моря

Зони	хл <i>a</i> , мкг г ⁻¹			каротиноїди, мкг г ⁻¹			феопігменти, %		
	мін	макс	сер	мін	макс	сер	мін	макс	сер
Мілководна (10–30 м)	8,5	24,5	15,9	0,2	80	18,7	37	98	57,9
Шельфова (30–200 м)	2,2	15,9	8,7	0,3	50	14,5	25	88	65,1
Глибоководна (200–2085 м)	11	97,2	36,5	19	474	73,8	75	97	89,8

Мінімальна концентрація хлорофілу *a* в донних відкладеннях зафіксована на шельфі, максимальна – на глибоководних станціях. Аналогічно розподілялися каротиноїди. Хлорофіл на глибоководних станціях складався з феопігментів не менш ніж на 75%, а в шельфовій та мілководній зонах фіксували значно нижчі вклади феопігментів. Так, в мілководній зоні мінімальний вклад феопігментів – 37%, а на шельфі – 25%. Це може бути пов'язано з інтенсивною седиментацією активного фітопланктону та розвитком фітобентосу на низьких глибинах.

Висновки

Донні відкладення в глибоководній зоні (>200 м) характеризувалися більшими концентраціями хлорофілу *a* та каротиноїдів порівняно з шельфовими та прибережними зонами. При цьому вклад феопігментів в хлорофілі глибоководних станцій був значно вищим.

1. *Анцупова Л.В.* Каротиноидные пигменты морских организмов и донных отложений северо-западной части Черного моря / Л.В. Анцупова // Отчет по НИР ОдО ИнБЮМ АН УССР за 1976-1980 гг. № госрегистрации 76078575, 6.3. – С. 51–61.
2. *Анцупова Л.В.* О состоянии экосистемы Азовского моря. Пигменты донных осадков Азовского моря / Анцупова Л.В., Руснак О.М. – Одесса, 1989. – С. 162–172. – Деп. в ВИНТИ 8.02.89 №859-B89.
3. *Анцупова Л.В.* Пигменты донных отложений северо-западной части Черного моря / Л.В. Анцупова // Экологические проблемы Черного моря. – Одесса: ОЦНТИ, 1999. – С.54–57.
4. *Зайцев Ю.П.* Нематоды у глубоководній зоні Чорного моря / Ю.П. Зайцев, Л.В. Анцупова., Л.В. Воробйова, Г.П. Гаркава [і ін.] // Доп. АН УРСР. – 1987. – № 11. – С. 77–79.
5. *Зайцев Ю.П.* Средоточие остатков оксифионтов и банк живых спор высших грибов и диатомовых в донных отложениях сероводородной батииали Черного моря / Ю.П. Зайцев, Г.Г. Полікарпов, В.Н. Егоров, Б.Г. Александров, О.М Руснак // Доп. НАН України. – 2007. – № 7. – С. 159–164.
6. *Карнаухов В.Н.* Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в тканях животных./ Карнаухов В.Н., Федоров Г.Г. // Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. – 28 с.
7. *Романенко В.Д.* Актуальные проблемы и достижения украинской гидроэкологии в области экологической оценки состояния поверхностных водных объектов / Романенко В.Д., Жукинський В.Н. // Гидробиол. журн. – 2003. – Т.39, № 1. – С. 3–7.
8. *Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.* – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – С 100–105.
9. *Руснак Е.М.* Пигментный анализ сестона и донных отложений в районе глубоководного судового канала Дунай – Черное море / Е.М. Руснак // Причерноморский экологический бюллетень «Проблемы рационального использования ресурсов природных систем устьевой области Дуная и острова Змеиный». – 2006 – Ч. 1, № 3. – С. 179–188.
10. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*// Official Journal of European Communities, 22.12.2000. L. 327/1/ – 118 p.
11. *Lorenzen C.J.* Determination of chlorophyll and pheopigments: Spectrophotometric equations / C.J. Lorenzen // Limnol. Oceanogr. – 1967. – Vol. 12. – P. 343–346.
12. *SCOR-UNESCO Working group № 17.* Determination of photosynthetic pigments in sea-water // Monographs on Oceanologic Methodology. Paris: UNESCO, 1966. – P. 9–18.

Е.М. Руснак

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЗОН ЧЕРНОГО МОРЯ

Проведены исследования верхнего слоя донных отложений Черного моря в 1987, 1985, 2005, 2008 гг.. Получены сведения о пигментном составе донных отложений (хлорофилла, феопигментов и общих каротиноидов) на различных глубинах.

Ключевые слова: фотосинтетические пигменты, донные отложения, Черное море

Е.М. Rusnak

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF BOTTOM SEDIMENTS OF VARIOUS ZONES OF BLACK SEA

The top layer of Black Sea bottom sediments in 1987, 1985, 2005, 2008 was studied. Data on pigment's structure of bottom sediments (chlorophyll *a*, pheopigment and the total carotenoids) on various depths were received.

Key words: Photosynthetic pigment's, ground deposits, Black sea

УДК 581.526.323.3(477.75)

С.Е. САДОГУРСКИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
пгт. Никита, г. Ялта 98648, Украина

ВИДОВОЙ СОСТАВ МАКРОФИТОБЕНТОСА РЕГИОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА “БАКАЛЬСКАЯ КОСА” (КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Охарактеризован видовой состав макрофитобентоса водоёмов Бакальской косы и прилегающих прибрежных акваторий Чёрного моря. Показано, что прибрежные лагуны, частично обособленные от моря аккумулятивными макроформами, являются центрами видовой разнообразия макрофитобентоса, что определяет их высокое значение для сохранения биоразнообразия.

Ключевые слова: Чёрное море, прибрежные лагуны, Бакальская коса, макрофитобентос, видовой состав, биоразнообразие

В Руководящих принципах Паневропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия (PEBLDS), согласно которой формируется Паневропейская экологическая сеть (PEEN), отмечено, что её реальное воплощение возможно лишь путём создания экосетей более низкого ранга. В Украине в соответствии с Общегосударственной программой формирования национальной экологической сети (Закон Украины от 21.09.2000 № 1989-III) создана структура, отчасти отвечающая критериям PEEN. В Автономной республике Крым (АРК) утверждена региональная Программа (пост. ВС АРК от 17.09.2008 № 968-5/08) и при участии профильных специалистов ряда научно-исследовательских учреждений разработана Схема региональной экосети АРК. В ходе реализации данного проекта стало очевидным, что для многих участков, претендующих на статус структурно-функциональных элементов экосетей, отсутствуют или недостаточны данные о составе фитобиоты – организующем элементе экосистем. Нередко на такие участки экстраполируются сведения, полученные на прилегающих территориях и акваториях, что недопустимо. До последнего времени флористические сведения имелись лишь для прилегающих районов Каркинитского залива: его открытой части [1, 2] и заповедных Лебяжьих (Сары-Булатских) островов [5].

Цель работы – проведение комплексного гидробиотического обследования Регионального ландшафтного парка (РЛП) “Бакальская коса” с выявлением видовой состава макрофитобентоса внутренних водоёмов косы и прилегающих прибрежных акваторий Чёрного моря.

Материал и методы исследований

Бакальская коса, расположенная на северо-западном берегу Крымского полуострова, состоит из двух ветвей – узкой западной и широкой восточной, между которыми расположено лагунное озеро Бакальское (глубина (h) до 0,6–0,8 м и минерализация воды (S) 83–101 г/дм³) (рис.).

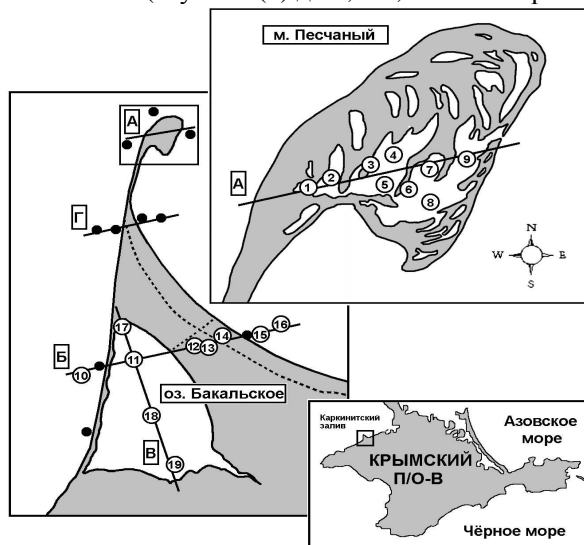


Рис. Схематическая карта района исследований; А, Б, В и Г – гидробиотические профили; 1, 2, 3... – станции, где зарегистрирована донная растительность и выполнен отбор проб; ● – станции, где донная растительность не зарегистрирована. Пунктиром обозначена дорожная сеть

На заболочених участках восточної ветви в депресіях між береговими валами численні відносно невеликі мелководні водойми (h – до 0,5 м, S – 31,1–58,3 г/дм³). На дистальній частині у м. Песчаного на площі близько 1 км² існує динамічна мережа лагун різних розмірів і конфігурації (h – до 0,5 м, S – 17,8–22,4 г/дм³), в яких мінералізація води знижується по мірі посилення зв'язку з морем, де вона становить 17,1–17,2 г/дм³. ґрунт дна утворений рихлими відкладами (пісчаними і ракушечними, в внутрішніх водоймах в різній мірі заиєними); тверді ґрунти відсутні. В районі функціонує РЛП "Бакальська коса" загальною площею 1520 га, (пост. ВР АРК № 913-2/2000 від 16.02.2000 г.), який входить в склад ІВА-території BirdLife International і Рамсарських водно-болотних угідь (ВБУ) "Каркінитський і Джарылгачський залив".

Матеріал збирали 06–09.08.2003 г. На чотирьох профілях закладено 29 станцій (растительність зареєстрована на 19 з них), які були пронумеровані (см. рис. 1).

Результати досліджень і їх обговорення

Всього в районі досліджень зареєстровано 51 вид макрофітів: Magnoliophyta – 5, Chlorophyta – 19, Phaeophyta – 2, Rhodophyta – 25 (табл.).

Таблиця

Список видів макрофітобентосу Регіонального ландшафтного парку "Бакальська коса"

Вид	№ станцій	Вид	№ станцій
Отдел покрытосеменные - Magnoliophyta		<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	10, 16
<i>Ruppia maritima</i> L.	13, 14, 17	Отдел красные водоросли - Rhodophyta	
<i>Zostera noltii</i> Hornem.	9, 16	<i>Asterocytis ramosa</i> (Thwaites) Gobi [<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson] ★★	1-3, 6-10, 16
<i>Zostera marina</i> L. ★	15, 16	<i>Kylinia parvula</i> (Kylin) Kylin [<i>Acrochaetium parvulum</i> (Kylin) Hoyt]	15
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	9	<i>Acrochaetium savianum</i> (Menegh.) Nägeli	16
<i>Zamichellia major</i> Boern.	5, 9	<i>Peyssonnelia dubyi</i> H.Crouan et P.Crouan	10, 16
Отдел зелёные водоросли - Chlorophyta		<i>Lithothamnion lenormandi</i> (Aresch.) Foslie [<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) Adey]	2, 4, 5, 7-10
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thur.	1-9	<i>Melobesia lejolisii</i> Rosanov [<i>Pneophyllum fragile</i> Kütz.]	5, 9, 10, 15, 16
<i>Ulvella lens</i> P.Crouan et H.Crouan	4, 5, 8, 9	<i>M. minutula</i> Foslie [<i>Pneophyllum confervicolum</i> (Kütz.) Y.M.Chamb.]	4, 5, 7, 8, 10, 15, 16
<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Marchewianka	5, 7-10, 15, 16	<i>Phyllophora nervosa</i> (DC) Grev. [<i>Ph. crispa</i> (Huds.) P.S.Dixon]	10, 16
<i>Phaeophila dendroides</i> (P.Crouan et H.Crouan) Batters	13	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth.	4, 5, 7-10, 15, 16
<i>Ectochaete leptochaete</i> (Huber) Wille [<i>Entocladia leptochaete</i> (Huber) Burrows]	2, 4, 5, 7-10, 15, 16	<i>C. rubrum</i> (Huds.) C.Agardh nom. illeg. [<i>C. virgatum</i> Roth] ⁴⁾	4, 5, 7-10
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	2, 4, 5, 7-10, 15, 16	<i>C. elegans</i> Ducluz. [<i>C. siliculosum</i> (Kütz.) Maggs et Hommers. var. <i>elegans</i> (Roth) G.Furnari] ⁵⁾	4, 5, 7-10, 15, 16
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F.Müll.) J.Agardh [<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.]	7-10, 16	<i>Callithamnion granulatum</i> (Ducluz.) C.Agardh ★★	7, 9
<i>E. clathrata</i> (Roth) Grev. [<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh]	8, 9	<i>Dasya pedicillata</i> (C.Agardh) C.Agardh	8, 16
<i>E. intestinalis</i> (L.) Link. [<i>Ulva intestinalis</i> L.]	1, 3-8, 10, 15	<i>Dasyopsis apiculata</i> (C.Agardh) Zinova [<i>Eupogodon apiculatus</i> (C. Agardh) P.C. Silva] ★★ ⁶⁾	15
<i>E. maeotica</i> Proshkina-Lavrenko ★★ ²⁾	1, 3, 6	<i>Polysiphonia elongata</i> (Huds.) Harv. [<i>P. elongata</i> (Huds.) Spreng.]	10, 16
<i>Chaetomorpha crassa</i> (C.Agardh) Kütz.	2	<i>P. subulifera</i> (C.Agardh) Harv.	10, 16
<i>Ch. gracilis</i> Kütz.	4, 7-9	<i>P. denudata</i> (Dillwyn) Kütz.	2, 4, 5, 7-9, 13, 15, 16
<i>Ch. linum</i> (O.F.Müll.) Kütz.	2, 5, 8, 10, 15, 16	<i>P. nigrescens</i> (Dillwyn) Grev. [<i>P. fucoides</i> (Huds.) Grev. in Hooker]	7, 9, 10, 15, 16

Продовження таблиці			
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillwyn) Kütz.	4, 5, 7, 9	<i>P. opaca</i> (C. Agardh) Zanardini	9, 12, 13, 15
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	2, 4, 5, 7-9, 15	<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenb.	2, 4, 5, 12, 13
<i>C. albida</i> (Huds.) Kütz. [<i>C. albida</i> (Nees) Kütz.]	4, 5, 8-10, 15, 16	<i>Chondria tenuissima</i> (Gooden. et Woodw.) C. Agardh [<i>C. capillars</i> (Huds.) M.J.Wynne]	2, 4, 5, 7-10, 13, 15, 16
<i>C. laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	4, 7	<i>Laurencia paniculata</i> J.Agardh	7, 9
<i>C. siwaschensis</i> C.Meyer	1, 2, 11, 17-19	<i>L. hybrida</i> (DC.) Lenorm. [<i>Osmundea hybrida</i> (DC.) K.W.Nam in K.W.Nam, Maggs et Garbary] ★★	8, 9
<i>Bryopsis hypnoides</i> J.V.Lamour.	10	<i>L. coronopus</i> J.Agardh ★★	10, 16
Отдел бурые водоросли - Phaeophyta		<i>L. obtusa</i> (Huds.) J.V.Lamour	10
<i>Stilophora rhizodes</i> (Ehrh.) J.Agardh [S. rhizodes (Turn.) J.Agardh] ★★ ³⁾	10		

Примечания: ★ – охрannyaється Бернської конвенцією (1979 г.); ★★ – включён в Красную книгу України.

1. Номенклатура и систематическое положение макроводорослей даны по сводке "Разнообразие водорослей Украины" [4]. В квадратных скобках для представителей Phaeophyta и Rhodophyta приведены названия по "Algae of Ukraine" [8], для Chlorophyta, пока не включённых в указанное издание – по сводке "European Register of Marine Species" [9].

2. Исследования последних лет свидетельствуют в пользу синонимичности таксонов *Enteromorpha* Link in Nees, 1820 и *Ulva* L., 1753 [10], но за данным видом до настоящего времени сохранено название в соответствии с первоисточником [3].

3. В настоящее время расценивается как синоним *Stilophora tenella* (Esper) P.C.Silva [12].

4. Мы приводим наиболее ранний законный синоним *Ceramium virgatum* Roth [7, 12].

5. В настоящее время расценивается как синоним *Ceramium diaphanum* (Lightf.) Roth. var. *elegans* (Roth) Roth. [12].

6. В настоящее время расценивается как синоним *Eupogodon apiculatus* (C.Agardh) P.C.Silva [12].

Это достаточно высокий показатель, хотя и несколько меньший, чем у Лебязьих островов [5]. В обследованном районе наименьшее количество видов регистрируется в мелководных гипергалинных внутренних водоёмах косы. Минимум показателя в 1–2 вида (Chlorophyta, Magnoliophyta) характерен для оз. Бакальского и небольших водоёмов восточной ветви косы. Но в водоёмах наиболее древней части этой ветви (имеющих несколько большие размеры и глубину, но меньшую минерализацию) видовой состав разнообразнее (6 видов), при этом 2/3 его составляют представители Rhodophyta. Флора полуизолированных лагун дистальной части косы несравнимо богаче. Наименьшее число видов (4–5) отмечено на ракушечно-песчаной псевдолиторали, образование которой обусловлено частыми и значительными стонно-нагонными колебаниями уровня воды. В сублиторали лагун от западной (наиболее обособленной от моря) к восточной на фоне снижения минерализации прослеживается тенденция к увеличению количества видов макрофитов (14→23→33 ед.). При этом доля Chlorophyta уменьшается от 64% до 46%, а доля и Rhodophyta растёт от 36% до 46%; Phaeophyta не представлены. В общей сложности в системе полуизолированных лагун уровень видового разнообразия макрофитов превышает таковой в прилегающих морских акваториях: 36 и 33 вида соответственно. При этом 11 видов отмечены нами только в лагунах дистальной части косы. Количество видов в морской сублиторали (псевдолитораль не выражена) колеблется от 18 до 24–25. С западной и восточной сторон косы отмечено соответственно 30 и 29 видов макрофитов, при этом около 2/3 видового списка составляют Rhodophyta, чуть более 1/4 – Chlorophyta. У восточной ветви косы с ростом глубины прослеживается тенденция к возрастанию доли первых, и уменьшению вторых на фоне увеличения общего количества видов. Доля Phaeophyta крайне незначительна.

Результаты гидробиотического обследования территориально-аквального комплекса РЛП "Бакальская коса" показывают, что уровень видового разнообразия макрофитов наиболее высок и своеобразен в системе полуизолированных лагун дистальной части косы, превышая таковой в прилегающей прибрежной акватории моря. Принимая во внимание результаты предшествующих исследований [5], можно утверждать, что в условиях частичной изоляции от моря прибрежные лагуны выступают центрами видового разнообразия макрофитов и рефугиумами для ряда таксонов и групп. Это определяет их высокую ценность для сохранения биоразнообразия региона. Полная изоляция водоёмов (в РЛП это оз. Бакальское и замкнутые водоёмы восточной ветви косы) сопровождается снижением уровня разнообразия макрофитобентоса до минимальных значений.

Выводы

Среди отмеченных видов (табл. 1) один охраняется Бернской конвенцией, семь включены в третье издание Красной книги Украины, четыре – эндемики различного ранга. Для сохранения уникальных ВБУ целесообразно создать в регионе Национальный природный парк (НПП). Современный РЛП мы рекомендуем включить в его состав как целостное заповедное территориально-аквальное ядро (наряду с филиалом Крымского природного заповедника «Лебяжий острова» и заказником «Каркинитский») с установлением на смежных участках режима ограниченного природопользования [6]. НПП, став одним из узловых объектов экосетей различного ранга, увеличит площадь заповедных участков национального и международного значения и обеспечит непрерывность международного Азово-Черноморского экоридора.

1. Калугина-Гутник А.А. Изменения видового состава и количественного распределения фитобентоса в Каркинитском заливе за период 1964–1986 гг. / Калугина-Гутник А.А., Евстигнеева И.К. // Экология моря. – 1993. – Вып. 43. – С. 98–105.
2. Миничева Г.Г. Фитобентос Большого и Малого филофорных полей как отражение современного экологического состояния северо-западной части Чёрного моря / Г.Г. Миничева, М.Н. Косенко, А.В. Швец // Морской экол. журн. – 2009. – Т. 8, № 4. – С. 24–40.
3. Прошкина-Лавренко А.И. Новые роды и виды водорослей из соленых водоемов СССР / А.И. Прошкина-Лавренко // Ботан. материалы отд. споровых растений БИН АН СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – Т. 5, вып. 10–12. – С. 142–154.
4. Разнообразие водорослей Украины / Под. ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 4. – 295 с.
5. Садогурский С.Е. Флора и растительность акваторий филиала Крымского природного заповедника "Лебяжий острова" (Чёрное море): современное состояние и пути сохранения / С.Е. Садогурский // Заповідна справа в Україні. – 2009. – Т. 15, вип. 2. – С. 41–50.
6. Садогурский С.Е. К вопросу выделения территориально-аквальных элементов региональной экосети в Крыму / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Мат. V Межд. науч.-практ. конф. "Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе" / Симферополь, 22–24 окт. 2009. – 2009. – С. 134–139.
7. О номенклатуре *Ceramium rubrum* (Rhodophyta) / [С.Е. Садогурский, А.В. Ена, Т.В. Белич, С.А. Садогурская] // Альгология. – 2009. – Т. 19, № 4. – С. 437–439.
8. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography* // Ed. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.G., 2006. – 713 p.
9. Guiry M.D. Macroalgae of Rhodophycota, Phaeophycota, Chlorophycota, and two genera of Xanthophycota / M.D. Guiry // European register of marine species. A check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification / Costello M.J., Embrow C., White R. (editors). – Collection Patrimoine Naturels. – Paris: Publ. Sci. M.N.H.M., 2001. – Vol. 50. – P. 20–38.
10. *Linnaeus was right all along: Ulva and Enteromorpha are not distinct genera* / H.S. Hayden, J. Blomster, C.A. Maggs [et al.] // Eur. J. Phycology. – 2003. – Vol. 38. – P. 277–294.
11. Silva P.C. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines / P.C. Silva, E.G. Meñez, R.L. Moe. // Smithsonian Contributions to the Marine Sciences. – 1987. – № 27. – 179 p.
12. Silva P.C. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean / P.C. Silva, P.W. Basson, R.L. Moe. – California pres., 1996. – 1259 p.

С.Є. Садогурський

Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр, Ялта, Україна

ВИДОВИЙ СКЛАД МАКРОФІТОБЕНТОСУ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ "БАКАЛЬСЬКА КОСА" (КРИМСЬКИЙ ПІВОСТРІВ)

Охарактеризовано видовий склад макрофітобентосу водойм Бакальської коси і прилеглих прибережних акваторій Чорного моря. Показано, що прибережні лагуни, частково відокремлені від моря акумулятивними макроформами, є центрами видової і ценотичної різноманітності макрофітобентосу, що обумовлює їх високе значення для збереження біологічного різноманіття.

Ключові слова: Чорне море, прибережні лагуни, Бакальська коса, макрофітобентос, видовий склад, біорізноманіття

S.E. Sadogurskiy

Nikitsk Botanical Garden is the National Scientific Center, Yalta, Ukraine

SPECIFIC COMPOSITION OF MACROPHYTOBENTHOS OF THE REGIONAL LANDSCAPE PARK "BAKAL'SKA SCYTHER" (CRIMEAN PENINSULA)

Characteristic of the species' composition of macrophytobenthos in water reservoirs of Bakalskaya spit and adjacent coastal aquatories of the Black Sea have been given. It has been shown that coastal lagoons which are partly separated from the sea with accumulative macroforms are the centers of species diversity of macrophytobenthos, and this fact defines their significance for biodiversity preservation.

Key words: Black sea, off-shore lagoons, Bakal'ska scythe, macrophytobenthos, specific composition, biodiversity

УДК 581.526.325(262.5)

М.И. СЕНИЧЕВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

НЕОБЫЧНОЕ "ЦВЕТЕНИЕ" В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

По результатам многолетнего мониторинга прибрежных вод Севастополя в 2000-е гг. впервые отмечено «цветение» воды, вызванное крупноклеточной диатомеей *Proboscia alata*. Массовое развитие ее в водах, обедненных минеральными формами биогенных элементов, позволяет предположить наличие у нее способности к миксотрофному способу питания.

Ключевые слова: фитопланктон, численность, биомасса, биогенные элементы, «цветение»

Результаты многолетнего (1994–2009 гг.) комплексного мониторинга в прибрежных водах г. Севастополя показали, что в холодный период года при низкой температуре воды и высокой концентрации минеральных форм биогенных элементов продолжительное «цветение» вызывали колониальные мелкоклеточные (менее 50 мкм) диатомовые водоросли. По мере прогревания вод, снижения концентрации биогенных элементов и увеличения их органических форм, кратковременное «цветение» обуславливали крупноклеточные колониальные или одиночные виды диатомей (от 50 мкм до 1800 мкм). Во второй половине 90-х гг. прошлого столетия крупноклеточные виды создавали биомассу 1–6 г·м⁻³. В 2000-е гг. в связи с увеличением объема пресных вод, поступающих в Севастопольскую бухту, участились случаи «цветений», они стали более продолжительными, численность и биомасса их возросла на порядок по сравнению с прошлым столетием.

Цель настоящей работы состояла в изучении многолетней динамики численности и биомассы одного из них – *Proboscia alata* (Brightwell) Sundrom, и причин, вызывающих его массовое развитие в прибрежных водах Севастополя.

Материал и методы исследований

Материал собран в 1994–2009 гг. на 12 станциях: на 8-ми станциях в узкой прибрежной зоне (от Севастопольской бухты до бухты Казачьей), на 2-х мористых станциях в 1 миле и в 2-х милях (контрольная) от берега и двух станциях в Севастопольской бухте вблизи ее входного створа. Пробы отбирали в утренние часы один – три раза в месяц. С 2000 г. по 2009 г. один раз в месяц проводили комплексные гидрохимические и биологические съемки. На контрольной станции пробы отбирали по горизонтам от поверхности до дна с учетом гидрологической структуры вод, на остальных станциях – с поверхности. Морскую воду объемом 1,5–2 дм³ концентрировали методом обратной фильтрации с использованием ядерных (трековых) мембран с диаметром пор 1 мкм, изготовленных в Исследовательском центре прикладной ядерной физики г. Дубна (Россия). В полученном концентрате (50–70 мл) учет клеток до 20 мкм проводили в капле объемом 0,01 мл, клетки более 20 мкм учитывали в камере объемом 0,8 мл. По размерам клеток рассчитывали их объем и биомассу.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований показали, что в холодное время года с интенсивным конвективным перемешиванием вод крупноклеточные виды диатомовых водорослей довольно равномерно распределены во всем слое от поверхности до дна. В теплый период года основное их количество сконцентрировано у нижнего слоя сезонного термоклина или в ХПС, чем, очевидно, объясняется глубинный максимум хлорофилла, который часто совпадает с верхней границей нитратоклина [3]. После сгонных ветров, вызывающих прибрежные, не выходящие на поверхность, апвеллинги они поднимались в верхние слои моря. В прибрежных водах Севастополя, распресненных стоком рек Черная, Бельбек и Кача, особенно в периоды паводков, с повышенным содержанием нитратного и органического азота, очевидно, создавались благоприятные условия для массового развития крупноклеточных видов. Один из них, *P. Alata*, – океанический вид, космополит, но часто встречается у берегов и в бухтах. Клетки нитевидные, одиночные, диаметром 5–14 мкм, длиной 240–2000 мкм. В прибрежных водах Севастополя в прошлом столетии не достигал уровня «цветения». В конце весны – начале лета численность его не превышала 0,35 млн. кл.·м⁻³, в редких случаях достигала 10 млн. кл.·м⁻³ [2].

Впервые продолжительное «цветение», обусловленное массовым развитием *P. alata*, зарегистрировано весной 2003 г. В апреле в результате глубокого вертикального перемешивания вод (температура воды на поверхности моря 9°C, соленость 18,05 ‰) численность *P. alata* во всем слое от поверхности до глубины 40 м превышала 200 млн. кл.·м⁻³, биомасса достигала 11–10 г·м⁻³. В мае, когда в связи с паводком на реке Черной, соленость в Севастопольской бухте снижалась до 17,28‰, на взморье до 17,36‰, количественные показатели *P. alata* уменьшились вдвое, а при снижении солености до 17,0 ‰ – на порядок. В 2007 г. и 2008 г. массовое развитие *P. alata* отмечено осенью после апвеллингов, снижающих температуру воды на поверхности моря соответственно до 20°C и 17,76°C. В 2007 г. после сильного апвеллинга, когда холодные глубинные воды с температурой 9,2°C и соленостью 18,2‰ поднимались до горизонта 12 м, а на поверхности отмечено значительное распреснение (на взморье – 17,66‰, в бухте – 17,58‰), «цветение» продолжалось с середины сентября до конца октября. Во время пика «цветения» в начале октября на взморье численность достигала 545 млн. кл.·м⁻³, в бухте – 660 млн. кл.·м⁻³, биомасса соответственно – 19 г·м⁻³ и 22 г·м⁻³. Осенью 2008 г. при однородном распределении температуры воды (17,66–17,44°C) и солености (17,74–17,77‰) от поверхности до дна, количественное развитие *P. alata* было слабее, но продолжительнее – с конца сентября до середины декабря. В середине октября численность *P. alata* на взморье достигала 220 млн. кл.·м⁻³, в бухте – 380 млн. кл.·м⁻³, биомасса соответственно 7–13 г·м⁻³. Необычным было развитие *P. alata* в аномально теплом 2009 г. Этот вид вегетировал в планктоне круглый год, вызывая ранне-весеннее и летне-осеннее «цветение». В предыдущие годы в феврале–марте, в связи паводком на р. Черная, температура воды, соленость и численность фитопланктона в бухте и на взморье снижались до минимальных значений. В 2009 г. в феврале и марте отмечена необычно высокая для этого времени года температура воды – около 9°C и высокая соленость 17,95‰, вследствие интенсивного конвективного перемешивания вод, что вызвало массовое развитие *P. alata* (рис. 1).

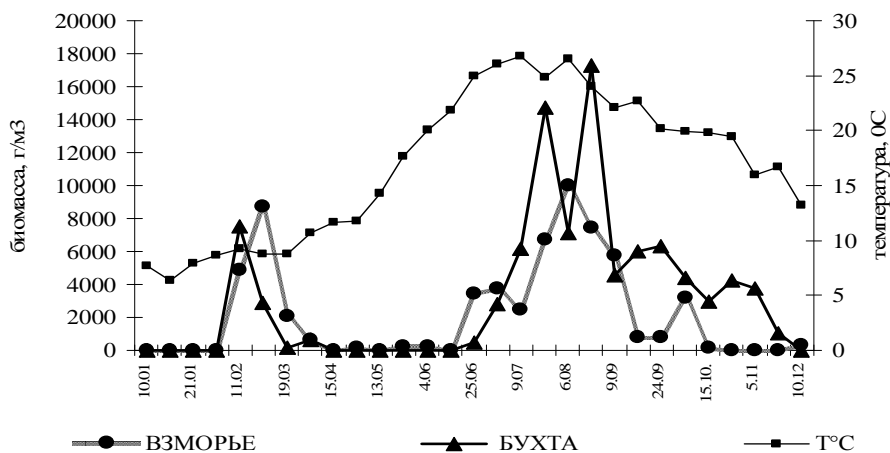


Рис. 1 Сезонная динамика биомассы *Proboscia alata* (Brightwell) Sundrom в Севастопольской бухте и на взморье (2009 г.)

На взмор'є в лютому численність її досягала 380 млн. кл. \cdot м⁻³, біомаса 9 г \cdot м⁻³, в березні – 2 г \cdot м⁻³. В бухті “цвітіння” спостерігалося тільки в лютому, біомаса складала 8 г \cdot м⁻³. С квітня до середини червня величини численності і біомаси *P. alata* знижались на 2–3 порядки. Але, після апвеллінгів в червні і, особливо, в липні (солоність на поверхні 17,93‰), знову починалося масове розвиток *P. alata* і продовжалося на взмор'є до середини жовтня, в бухті – до середини грудня. В час піку “цвітіння” в кінці липня при температурі води близько 24°C численність на взмор'є досягала 280 млн. кл. \cdot м⁻³, в бухті – 780 млн. кл. м⁻³, біомаса відповідно 10 і 25,6 г \cdot м⁻³. Літньо-осіннє “цвітіння” проходило в умовах значительного розпреснення всього шару води від поверхні до дна (17,56–17,61‰). В вересні, коли солоність знизилася до 17,47–17,42‰, біомаса зменшилася в два рази.

В вересні–жовтні у *P. alata* спостерігалося масове утворення аукоспор. По думці одних дослідників, це настає внаслідок багаторазових ділення, по думці інших, – аукоспори утворюються при наступленні несприятливих умов середовища: різкого зниження температури води, виснаженню запасів поживних речовин в кінці вегетації [1], а, можливо, і солоності.

Висновки

В прибережних водах м. Севастополя масове розвиток крупноклітинної діатомеї *P. alata*, викликає “цвітіння” води, відоме в теплі роки після вітрового перемішування води і, очевидно, підйому з дна лежачих спор. Вегетація її проходила в широкому діапазоні температури (9–24°C) і солоності води (18,05–17,42‰), однак, максимальні величини численності і біомаси відомі при більшій солоності. Масове розвиток *P. alata* в розпреснених прибережних водах Севастополя з підвищеним вмістом нітратного і органічного азоту дозволяє передбачити наявність у неї здатності до міксотрофного способу живлення. Створюючи велику біомасу во всьому шарі води впродовж 7 місяців в році, вона погіршувала умови живлення для багатьох гідробіонтів. По наших даних, мидії, культивовані на мидійній фермі в Севастопольській бухті і що живуть на скелях, страждали від нестачі корму, про що свідчувало слабке наповнення їх траварного тракту і не повне розвиток гонад.

1. Михайлова Н.Ф. Спороутворення і його значення в біології видів р. Chaetoceros Ehr. / Н.Ф. Михайлова // Труды СБС. – Т. XIII. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 17–26.
2. Морозова-Водяницкая Н.В. Темп і умови ділення морських діатомових водоростей в культурах / Морозова-Водяницкая Н.В., Ланская Л.А. // – Труды СБС. – Т. XII. – Севастополь, 1959. – С. 30–70.
3. Финенко З.З. Вертикальное распределение хлорофилла и флуоресценции в Черном море / З.З. Финенко, Т.Я. Чурилова, Р.И. Ли // Морской экол. журн. – Т. IV, № 1. – 2005. – С. 15–45.

М.І. Сенічева

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

НЕЗВИЧАЙНЕ “ЦВІТІННЯ” В ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ м. СЕВАСТОПОЛЯ

За результатами багаторічного моніторингу прибережних вод Севастополя в 2000-і рр. вперше відзначено “цвітіння” води, що було спричинено великою клітинною діатомеєю *Proboscia alata*. Її масовий розвиток в водах, збіднених мінеральними формами біогенних елементів, дозволяє передбачити наявність у неї здатності до міксотрофного способу живлення.

Ключові слова: фітопланктон, чисельність, біомаса, біогенні елементи, “цвітіння”

М.І. Senicheva

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

UNUSUAL “WATER-BLOOM” IS IN OFF-SHORE WATERS SEVASTOPOL

On results of long-term monitoring of Sevastopol coastal waters in 2000th the “water-bloom” caused large-cell diatoms *Proboscia alata* is noted the first time. Its mass development in the waters which have been impoverished by mineral forms of biogenic elements allows to suppose at it a presence of abilities to myxotrophic method of feed.

Key words: phytoplankton, quantity, biomass, biogenic elements, “water-bloom”

УДК 591.148:574.52:582.276(262.5)

И.М. СЕРИКОВА, Ю.В. БРЯНЦЕВА, Ю.Н. ТОКАРЕВ, В.Ф. ЖУК, В.М. ВАСИЛЕНКО,
Е.Ю. ГЕОРГИЕВА, М.И. СИЛАКОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И БИОМАССЫ СВЕЯЩИХСЯ ДИНОФЛАГЕЛЯТ У СЕВАСТОПОЛЯ (2008-2009 гг.).

Исследована сезонная динамика биомассы светящихся динофлагеллят, а также изменчивость вертикальной структуры поля биолюминесценции в течение годового цикла (2008–2009 гг.) у Севастополя. Выявлены два выраженных пика в холодный (февраль) и теплый (июль–август) периоды года, что связано с отличиями в уровне развития и вертикальном распределении фитопланктона, которые, в свою очередь, определялись особенностями гидроструктуры вод в слоях естественной стратификации. “Зимний” максимум биолюминесценции располагался в поверхностном слое и был обусловлен развитием преимущественно *C. fusus*; *P. divergens*; *P. oblongum* с максимальным в году объемом клеток. Второй, располагающийся в слое термоклина и ниже, формировался, главным образом, за счет увеличения количества клеток *C. fusus*, которые имели объемы значительно меньшие, чем в зимний период.

Ключевые слова: биолюминесценция, светящийся фитопланктон, мониторинг

Прибрежные экосистемы, испытывающие наибольшую антропогенную нагрузку, в первую очередь, нуждаются в регулярных наблюдениях за их состоянием с целью оценки, прогноза и предотвращения негативных последствий хозяйственной деятельности. Наиболее важными показателями экологического состояния среды являются структурно-функциональные характеристики сообществ микроводорослей – первичного звена трофических цепей.

Многолетние исследования отдела биофизической экологии в области биолюминесценции планктонных полей показали возможность их использования для экспрессной оценки функционального состояния сообществ, а также получения достоверных характеристик их количественного развития [3].

Сочетание биофизических методов с традиционными методами исследования фитопланктона позволяет проследить сезонную динамику светящихся динофлагеллят и изменчивость вертикальной структуры поля биолюминесценции в течение годового цикла на примере одной станции у берегов Севастополя.

Материал и методы исследований

Исследования проведены с ноября 2008 г. по ноябрь 2009 г. в рамках экологического мониторинга за состоянием Севастопольской бухты, который осуществляет отдел биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины. Съемки были выполнены по единой схеме в двух милях от Севастополя (напротив бухты Круглая) в ночное время суток.

Пробы отбирали батометром (5 дм³) одновременно с приповерхностного горизонта (приблизительно 0,2 м) и в слое максимума биолюминесценции, значения которой определяли предварительным зондированием водной толщи с помощью гидробиофизического комплекса «Сальпа–М» по методике, описанной ранее [2]. Для каждого месяца построены вертикальные профили биолюминесценции, температуры, солености и условной плотности по слоям.

Обработка проб фитопланктона выполнена по общепринятой методике с дополнениями, принятыми в отделе биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины [1].

Результаты исследований и их обсуждение

За период исследований в пробах фитопланктона из 38 светящихся видов, известных для Черного моря [3], было определено 19 видов. Из них только 8 вносили значимый вклад в формирование суммарного потенциала поля биолюминесценции, остальные встречались в пробах эпизодически.

Изменчивость структуры и средней интенсивности поля биолюминесценции в разных слоях была сопряжена с сезонной динамикой биомассы светящегося фитопланктона, которая, в свою очередь, определялась особенностями температурного режима на поверхности, а также градиентов температуры и плотности воды в сезонном термоклизе (рис.1 а,б). Кривые средней интенсивности

биolumинесценции в толще 0–60 м (рис. 1б), как и осредненной биомассы светящегося фитопланктона (рис. 1а), имеют два выраженных максимума, приходящихся на февраль и июль–август. При этом характер распределения поля биolumинесценции по глубине значительно изменялся, что связано с отличиями в вертикальном распределении характеристик светящихся видов фитопланктона в холодный и теплый период года (рис. 2).

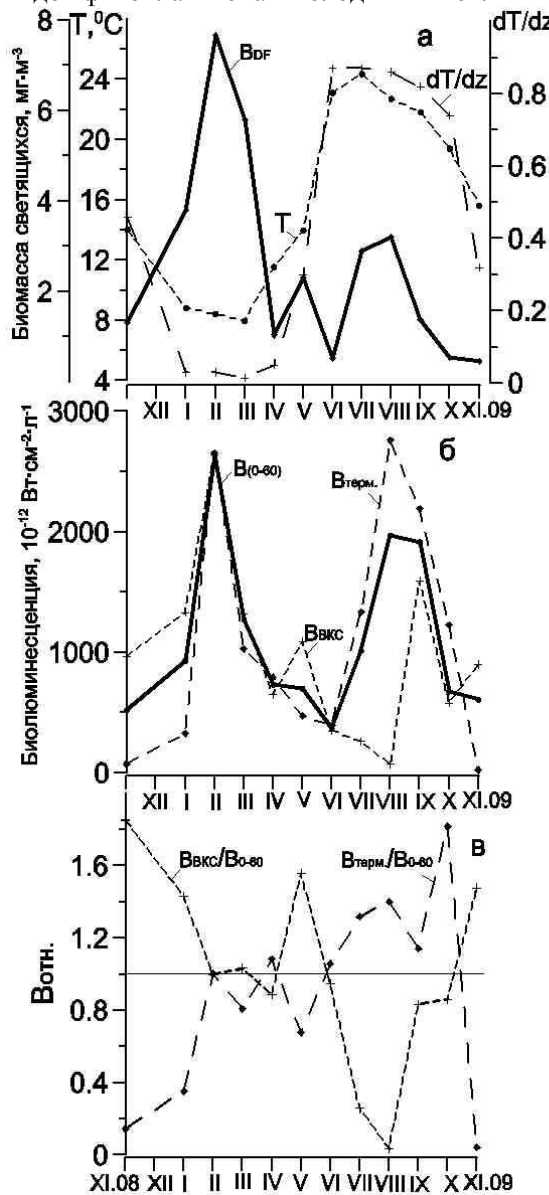


Рис. 1. Сезонная динамика средних значений: биомассы светящихся динофлагеллят (B_{DF}), средней в слое 0–60м; биolumинесценции B_{0-60} , и её относительных величин в слоях естественной стратификации, $B_{ВКС}$, $B_{терм}$, а также температура на поверхности (T_0) и её градиенты в термокLINE (dT/dz)

В холодный период, когда термоклин размыт, распределение биомассы светящихся динофлагеллят и, соответственно, интенсивности биolumинесценции по глубине относительно равномерное (рис. 2). Относительные средние величины интенсивности биolumинесценции в верхнем квазиоднородном слое $B_{ВКС}/B_{(0-60)}$ и в слое термоклина $B_{терм}/B_{(0-60)}$ примерно одинаковы и приближаются к единице (рис. 1в). Следует отметить, что, несмотря на размытость термоклина, на глубинах ниже 40 м обнаруживался слой, протяженностью примерно 10 м, в котором относительно вышележащего слоя градиенты температуры были на порядок выше. Вместе с тем, почти всегда проявляется узкий приповерхностный слой биolumинесценции, шириной 5–7 м, интенсивность свечения которого в 2–3 раза превосходит среднюю интенсивность верхнего 60–ти метрового слоя.

С началом формирования термоклина происходит перестройка структуры поля биolumинесценции. В мае наиболее интенсивные слои формируются в верхнем квазиоднородном слое (ВКС), затем по мере роста градиентов температуры и плотности в термокLINE происходит перераспределение светящихся видов преимущественно в этот и нижележащие слои, что формирует соответствующую структуру поля биolumинесценции (рис. 2). Истощение биогенных элементов в ВКС и образование блокирующего слоя, препятствующего их поступлению из

нижележащих слоев, а также неблагоприятные условия для плавучести (высокая температура и низкая плотность воды) подавляют развитие светящихся динофлагеллят у поверхности.

Осенне–зимнее размывание термоклина вновь приводит к развитию их преимущественно в ВКС. К ноябрю сообщество возвращается к исходному состоянию, которое наблюдалось в ноябре прошлого года.

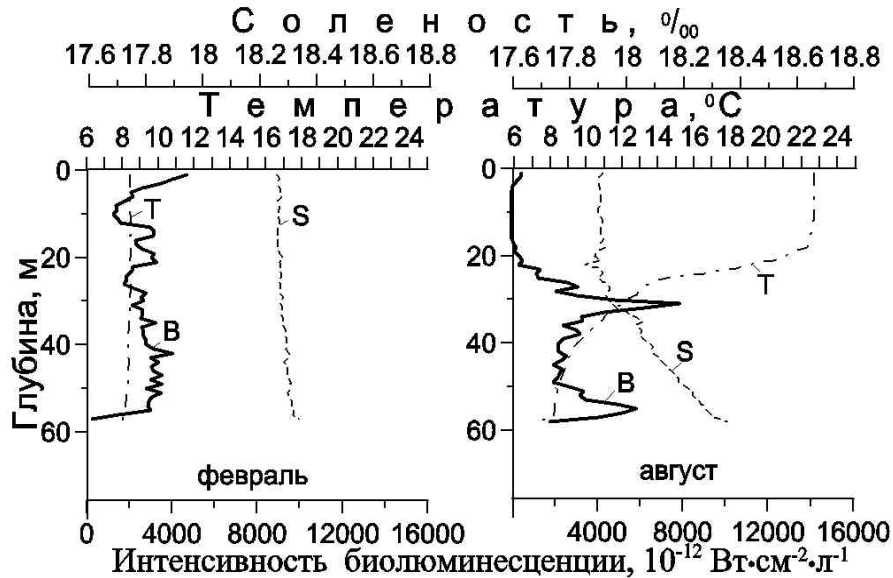


Рис. 2. Примеры вертикальной структуры поля биолуминесценции в холодный (февраль) и теплый (август) периоды года

Биомасса в периоды максимумов определялась динамикой численности клеток, которые имели разные значения среднего объема в холодный и теплый периоды года (рис. 3).

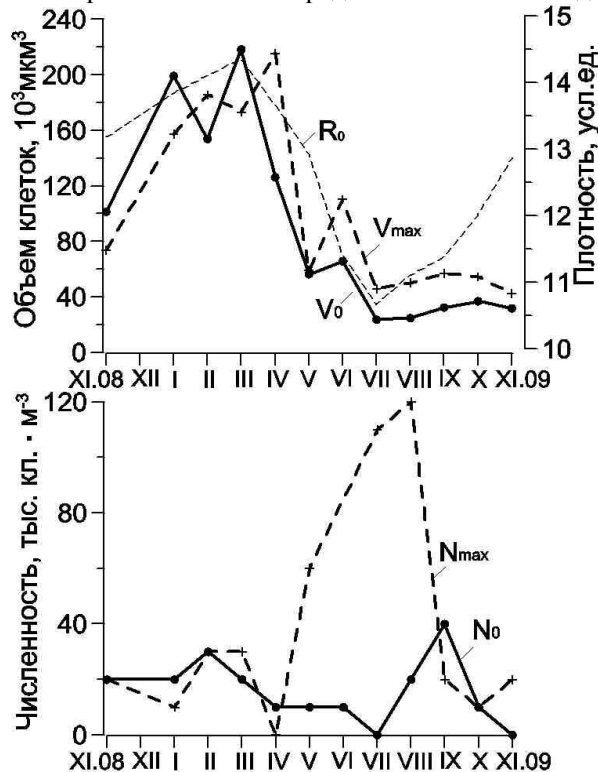


Рис. 3. Сезонная динамика среднего объема клеток светящихся динофлагеллят (V_0 – у поверхности, V_{\max} – в слое максимума биолуминесценции) и плотности воды у поверхности (R_0)

Средний объем клеток с января по апрель был в 2 раза больше, чем в теплый период (с мая по ноябрь). В теплый период клетки были крупнее в термокline, чем у поверхности (рис. 3). При этом, их численность мало отличалась по слоям в холодный период и существенно (до 100 раз) была выше в слое термоклина в теплый период. В этом слое условия летом более благоприятные

для развития динофлагеллят благодаря тому, что градиент плотности создает эффект «жидкого дна», поддерживающий относительно более крупные клетки.

Между суммарной биомассой светящихся видов (8) и интенсивностью биолюминесценции в верхнем 1-но метровом слое получен индекс корреляции, равный 0,87 (при $n=12$, уровень значимости 0,01), это значит, что 75 % дисперсии поля биолюминесценции в приповерхностном слое было обусловлено биомассой светящихся водорослей (рис. 4.).

Из них, регулярно встречающимися в пробах и вносящими основной вклад в суммарную биомассу, были 4 вида: *Ceratium fusus*; *Protoperdinium divergens*; *P. oblongum* и *P. steinii*. Остальные доминировали только в один из месяцев года. При этом, *P. oblongum* отнесен нами к светящимся условно, т.к. раньше его, вероятно, определяли под другим названием (например, *P. oceanicum* или *P. claudicans*), на которые он похож. Необходимы дополнительные исследования для решения данного вопроса.

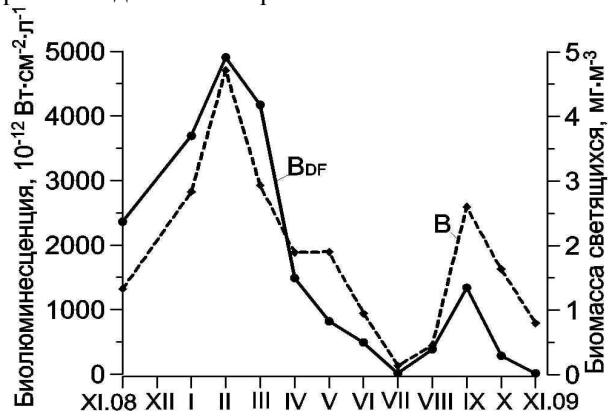


Рис. 4. Сезонная динамика интенсивности биолюминесценции (B) в слое 0–1 м и биомассы светящихся динофлагеллят (B_{DF}) в приповерхностном горизонте

Максимум биолюминесценции, приходящийся на февраль, был обусловлен, преимущественно видами: *C. fusus*; *P. divergens*; *P. oblongum*, с максимальными за год значениями объема клеток. Второй максимум развития поля биолюминесценции, приходящийся на июль–август был обусловлен интенсивным развитием светящихся видов в слое термоклина и нижележащих слоях, главным образом, за счет увеличения количества клеток *C. fusus*, которые, однако, имели значительно меньшие, чем в зимний период объемы.

Выводы

1. Сезонная динамика биолюминесценции в среднем для исследуемого слоя у Севастополя в 2008–2009 гг. была сопряжена с динамикой суммарной биомассы светящихся динофлагеллят и имела два пика – в холодный (февраль) и теплый (июль–август) периоды года.
2. Различия в вертикальной структуре поля биолюминесценции обусловлены гидрологической структурой вод. В холодный период развитие светящихся динофлагеллят локализовано в большей степени в ВКС, а летом они «перемещаются» в слой термоклина и ниже, где сохраняются условия, благоприятные для их развития.
3. Средний объем клеток светящихся видов в период с января по апрель был в 2 раза больше, чем в теплый период (с мая по ноябрь). Высокие значения биомассы светящихся динофлагеллят в холодный период года обусловлены невысокой численностью, но большим объемом клеток, в то время, как летом, – более интенсивным количественным развитием клеток с меньшим объемом в слое термоклина.
4. Наибольший вклад в суммарный пул биолюминесценции вносили: *Ceratium fusus*; *Protoperdinium divergens*; *P. oblongum*, *P. pellucidum* и *P. steinii*. Значимая связь, полученная между биомассой светящихся динофлагеллят и биолюминесценцией в поверхностном слое свидетельствует о том, что 75 % дисперсии биолюминесценции в 2008-2009 гг. обусловлено именно светящимися водорослями.

Авторы приносят благодарность сотрудникам отдела биофизической экологии Мельникову В.В., Темных А.В. за помощь в сборе первичного материала, Лях А.М. за разработку методики и сотруднику отдела физиологии животных и биохимии ИнБЮМ Никольскому В.Н. за консультацию по методам статистической обработки.

1. *Брянцева Ю.В.* Использование новых методик обработки данных по фитопланктону при проведении биофизического мониторинга / Ю.В. Брянцева, А.М. Лях, М.И. Силаков // Рибне господарство України. – № 4 (63). – 2009. – С. 26–27.
2. *Новый гидробиофизический комплекс для экспрессной оценки состояния прибрежных экосистем* // Мат. XI Межд. научн.-техн. конф. “Современные методы и средства океанологических исследований, Москва, 25–27 ноября 2009. – М.: Изд-во РАН, 2009. – Ч. 3—С. 23–27.
3. *Токарев Ю. Н.* Основы биофизической экологии гидробионтов / Ю.Н. Токарев. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.

І.М. Серікова, Ю.В. Брянцева, Ю.М. Токарев, В.Ф. Жук, В.М. Василенко, О.Ю. Георгієва, М.І. Сілаков

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ОСОБЛИВОСТІ СЕЗОННОЇ ДИНАМІКИ ПОЛЯ БІОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ТА БІОМАСИ СВІТНИХ ДИНОФЛАГЕЛЯТ БІЛЯ СЕВАСТОПОЛЯ (2008–2009 рр.)

Досліджено сезонну динаміку біомаси світних динофлагелат, а також мінливість вертикальної структури поля біолюмінесценції протягом року (2008–2009 рр.) біля м. Севастополь. Виявлено два виражених піки в холодний (лютий) і теплий (липень–серпень) періоди року, що пов'язано з відмінностями в рівні розвитку і вертикальному розподілі фітопланктону, які визначалися особливостями гідроструктури вод в шарах природної стратифікації. “Зимовий” максимум біолюмінесценції розміщався в поверхневому шарі і був обумовлений розвитком переважно *C. fusus*; *P. divergens*; *P. oblongum* з максимальним об'ємом клітин. Другий, що розмістився в шарі термокліну й нижче, формувався, головню, за рахунок збільшення кількості клітин *C. fusus*, які мали значно менші, ніж в зимовий період, об'єми.

Ключові слова: біолюмінесценція, світний фітопланктон, моніторинг

Y.M. Serikova, Yu.V. Bryantseva, Yu.M. Tokarev, V.F. Juk, V.M. Vasilenko, E.Yu. Georgieva, M.Y. Silakov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

PECULIARITIES OF BIOLUMINESCENCE FIELD SEASONAL DYNAMICS AND LUMINOUS DINOFLAGELLATES BIOMASS NEAR THE SEVASTOPOL

Luminous dinoflagellates biomass seasonal dynamics as well as bioluminescence field vertical structure changeability during the year cycle (2008–2009) near the Sevastopol was studied. Two evident peaks during the cold (February) and warm (July–August) periods were revealed, which was connected with differences in development level and phytoplankton vertical distribution, which were stipulated in turn, by water hydrostructure peculiarities in the natural stratification layers. “Winter” bioluminescence maximum in the surface layer was stipulated by the development of *C. fusus*; *P. divergens*; *P. oblongum* mainly, with the cells volume, maximal in the year. The second one, located in the thermocline layer and lower, was formed, mainly, at the expense of *C. fusus* cells quantity growth, which volumes were considerably smaller, than in the winter period.

Key words: bioluminescence, luminous phytoplankton, monitoring

УДК [591.9:551.463.2(262.5)]

Е.Н. СИБИРЦОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФАУНЫ ЗВУКОРАССЕИВАЮЩИХ СЛОЁВ В ЧЁРНОМ МОРЕ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Исследованы особенности распределения фауны ЗРС Чёрного моря в осенний период. Выявлены основные закономерности взаимосвязи качественных и количественных характеристик

планктонного сообщества ЗРС с особенностями гидрологических параметров водных масс исследуемого региона.

Ключевые слова: звукорассеивающий слой, мезозoopланктон, Чёрное море

В данной работе проанализирована изменчивость видового состава фауны звукорассеивающих слоёв (ЗРС) в Чёрном море в осенний период, когда наблюдается один из двух пиков развития зоопланктона и наиболее ярко выражены другие параметры, характеризующие особенности ЗРС данного региона. В основном, фауна ЗРС в Чёрном море представлена тремя группами гидробионтов: ракообразные (копеподы), желетелые (гребневики и медузы) и рыбы [2, 3, 6–9].

Материал и методы исследований

Для анализа привлечены материалы акустических и биологических исследований, которые проводились на дрейфовых станциях и на ходу судна по маршрутам научных рейсов НАН Украины на судах НИС «Академик Ковалевский» (рейс 109, 1987 г. и рейс 116, 1989 г.), а также НИС «Профессор Водяницкий» (рейс 35, 1991 г.) (рис. 1). Для получения количественных оценок пространственно–временной изменчивости характеристик рассеяния звука населяющими пелагиаль морскими организмами использовалась разработанная в отделе биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины оригинальная акустическая аппаратура, работающая на одной частоте эхолоцирования – 80 кГц [4].

Для определения видового состава основных форм планктонного населения ЗРС и определения их биомассы проводили сбор сестона по стандартным слоям 0–10, 10–25, 25–50, 50–75, 75–100, 100–150 и 150–200 м с помощью малой сети Джеди (диаметр входного отверстия 36 см), оснащённой ситом с размером ячеек 110 мкм., а также разноглубинного 4-метрового трала Айзекса-Кидда [1] и макропланктонной сети Мельникова [5].

Всего на 51 станции (рис. 1) проведено 5680 акустических зондирований верхнего продуктивного слоя (0–200 м) и собрано 477 планктонных проб.

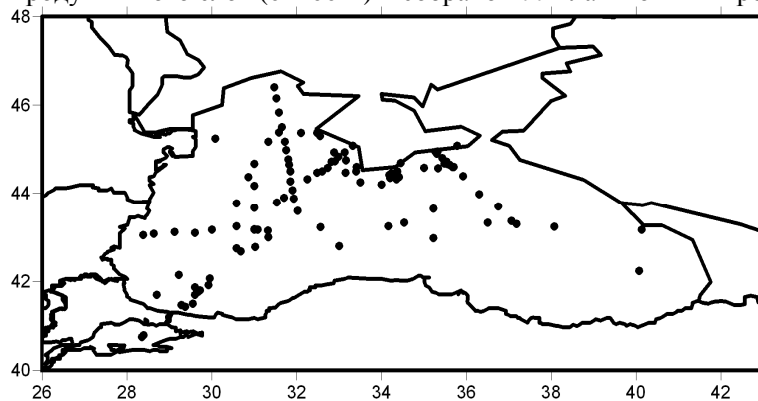


Рис. 1 Расположения станций с акустическими и биологическими исследованиями ИнБЮМ в Чёрном море в период с 1979 г. по 1999 г.

Результаты исследований и их обсуждение

Показано, что уровень акустического рассеяния и степень стратификации вертикальной структуры ЗРС варьирует по сезонам вследствие изменений гидрологического режима изучаемой акватории. Наиболее высокими показателями рассеяния были весенние (март) и осенние (октябрь) периоды при отчётливой суточной динамике акустических характеристик в слое 0–30 м. Гидрологические характеристики исследуемого региона в сентябре представлены в табл. 1.

В октябре гидрологическая обстановка в изучаемом регионе существенно изменилась. Так, температура гомотермного слоя понизилась на 3–8 °С, а его толщина увеличилась на 5–10 м из-за начавшегося климатического охлаждения и интенсивного ветрового перемешивания. Пространственное распределение поля солёности поверхностного слоя, с минимальными величинами в центральной области, существенно уменьшалось (на 1–2%) в прибосфорском районе и в распреснённых водах северо-западной части моря. В ноябре нижняя граница слоя ВПС погружается до 40 м, а его температура снижается до 14 °С. Поле солёности достаточно однородно и в приповерхностном слое 0–40 м составляет 18 ‰.

Некоторые гидрологические характеристики различных районов Чёрного моря в сентябре (1989 г.)

Район исследования	ВПС		ХПС		Температура, °С	Солёность, ‰
	Нижняя граница залегания, м	Температура, °С	Глубина залегания слоя, м	Глубина залегания ядра ХПС, м		
Прибрежная зона ЮБК	10–14	23–24	–	–	7,3–7,6	18,06
Глубоководный район	17–19	23–24	40–90	45–50 (западная часть) 55–65 (восточная часть)	8,0–8,3	18,3
Прибосфорский район	20–22	21–22	55–100	–	7,3–7,6	18,3

Примечания: ВПС – верхний перемешанный слой, ХПС – холодный промежуточный слой.

В соответствии с изменением гидрологического режима изменялись и акустические параметры ЗРС. Так, в сентябре в центре западной халистазы уровень СООРЗ в слое 0–30 м в ночное время достигал 0,62 отн. ед., превышая аналогичные показатели днём в 3 раза (рис. 2). В октябре (в 1989 г.) в этом же районе уровень СООРЗ в слое 0–30 м в ночное время достигал 0,8 отн. ед. и превышал дневные показатели в 3–4 раза (рис. 3).

Толщина слоя ЗРС, поднявшегося ночью к поверхности, в сентябре составляет 20 м, а в октябре увеличивается в 2 раза (рис. 2 и 3). Днём слой ЗРС в сентябре расслаивается, занимая глубины 10–50 и 80–100 м, а в октябре сосредотачивается на глубине 60–120 м (рис. 3).

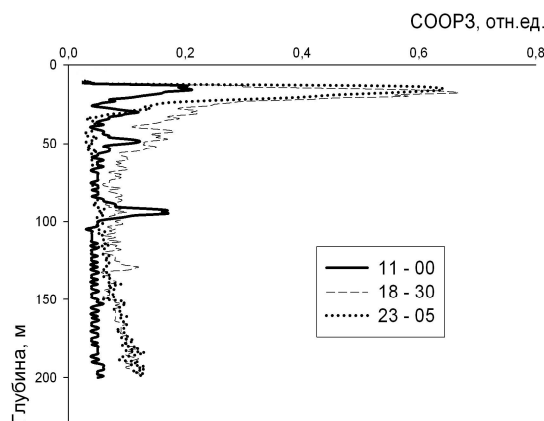


Рис. 2 Вертикальные профили СООРЗ в Чёрном море на ст.10 (43°10'2"с.ш. 31°0'00"в.д.) в сентябре 1989 г. в дневное, вечернее и ночное время

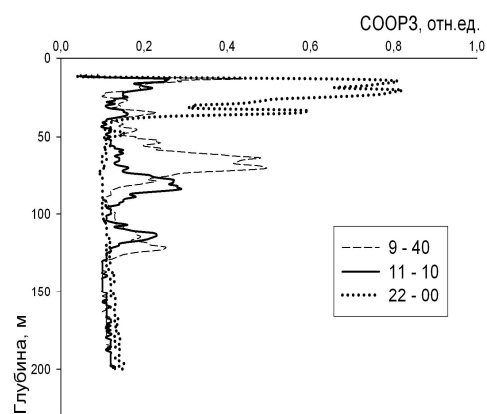


Рис. 3 Вертикальные профили СООРЗ в Чёрном море на ст.35 (44°10'0"с.ш. 31°0'00"в.д.) в октябре 1989 г. в утреннее, дневное, и ночное время

Вертикальное распределение биомассы сестона в сентябре имело явно выраженную стратификацию, причём самые высокие её значения были приурочены, как правило, к узкому слою максимальных термохалинных градиентов. Так, в дневное время величина биомассы сестона в слое 0–10 м была в 2–4 раза меньше, чем в расположенном ближе к термоклину слое 10–25 м.

Однако, ночью за счёт активно мигрирующего планктона, это соотношение заметно выравнивалось и отличалось уже не более чем в 1,2–1,7 раз. При этом наблюдалось заметное убывание биомассы сестона с глубиной в ночное время. Так, если в верхнем слое 0–50 м сырой вес сестона составлял от 60 мг·м⁻³ до 110 мг·м⁻³, то уже в слое 50–100 м не превосходил 18–60 мг·м⁻³.

Что касается суточной динамики биомассы сестона в этот период, то наиболее значительны её изменения в слое 0–20 м. Так, в центре западной халистазы (станция 10) превышение ночного уровня биомассы сестона над дневным составило 1,8 раза. Максимальные величины биомассы

сестона в верхнем 20–ти метровом слое зарегистрированы в районе эвтрофированной части ЮБК и прибосфорском районе, а минимальные – в сравнительно чистых водах центральной части Чёрного моря. Различаясь по количественным характеристикам и межвидовому соотношению, зоопланктонное сообщество Чёрного моря в этот период достаточно однородно. Биомасса мезопланктона формируется преимущественно видами копеподами, хетогнатами (*Sagitta setosa*), кладоцерами (*Penilia avirostris*) мелкими пелагическими рыбами (черноморский шпрот, черноморский мерланг). Характерно наличие холодолюбивых представителей копепод (*Calanus helgolandicus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*) в приповерхностном слое 0–25 м только в ночное время, а днём здесь доминирует *Acartia clausi*.

Одним из существенных компонентов планктонного сообщества в данный период были также гребневики, которых не учитывали при определении биомассы сестона, но вели их количественный учёт. При этом оказалось, что по мере удаления от берегов Крыма происходило постепенное увеличение количества гребневиков, достигшее максимума в прибосфорском районе. Гребневики крупных размеров присутствовали только в слое 0–40 м и только в местах зарегистрированного подъема вод. Вертикальное распределение гребневиков определялось их видовой принадлежностью, временем суток и районом исследований. Так, гребневики рода *Mnemiopsis* sp. встречались только в верхнем гомотермном слое, тогда как холодолюбивые *Pleurobrachia* sp. напротив, в слоях ниже скачка температуры.

В октябре количественные характеристики планктонного сообщества в прибосфорском районе не изменились, тогда как в центральной части западного циклонического круговорота биомасса сестона увеличилась в 3–9 раз. Однако, видовой состав, суточная динамика его вертикального распределения, а также количественное присутствие в нём гребневиков по сравнению с сентябрём осталось без изменения.

Выводы

Таким образом, показано, что вертикальная стратификация планктонного сообщества, суточная динамика ЗРС, а также уровень СООРЗ в Чёрном море в осенний период наиболее отчётливо выражены в октябре. Видовое разнообразие, численность и биомасса фауны ЗРС в сентябре, октябре и ноябре существенно отличаются, что связано с изменением гидрологических параметров.

1. Битюков Э.П. О методике облова фауны звукорассеивающих слоёв разноглубинным тралом / Битюков Э.П., Шайда В.Г. // Экспедиционные исследования в Средиземном море в 1974 г. – К.: Наук. думка, 1976. – С. 125–128.
2. Петина Т.С. Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах / Т.С. Петина – К.: Наук. думка, 1981. – 242 с.
3. Токарев Ю.Н. Гидроакустические характеристики деятельного слоя и их связь с составом и обилием планктона / Ю.Н. Токарев // Планктон Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1993. – С. 205–215.
4. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов / Ю.Н. Токарев – Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2006. – 342 с.
5. Melnikov V. V. New model of self-closing macroplankton trawl / V.V. Melnikov // Soviet Antarctic symposium – 1993. – P. 141–143.
6. Multu Erhan A. A comparison of the contribution of zooplankton and nekton taxa to the near-surface acoustic structure of three Turkish seas / A. Multu Erhan // Mar. Ecol. – 2005. – Vol. 26. – P. 17–32.
7. Multu Erhan A. Acoustical identification of the concentration layer of a copepod species, *Calanus euxinus* / A. Erhan Multu // Mar. Biol. – 2003. – Vol. 142. – P. 517–523.
8. Multu Erhan A. Diel vertical migration of *Sagitta setosa* as inferred acoustically in the Black Sea / A. Erhan Multu // Mar. Biol. – 2006. – Vol. 149, N 3. – P. 573–584.
9. Multu Erhan A. Acoustical Scattering Layers of two mesozooplanktons as a tool for hydrographic features of the Black Sea / A. Multu Erhan // J. Appl. Biol. Scien. – 2007. – Vol. 1. – P. 1–8.

О.М. Сібіртцова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ФАУНИ ЗВУКОРОЗСПОЮЮЧИХ ШАРІВ В ЧОРНОМУ МОРІ ВОСЕНИ

Досліджено мінливість фауни ЗРШ Чорного моря восени. Виявлено основні закономірності взаємозв'язку якісних і кількісних характеристик планктонного угруповання ЗРШ з особливостями гідрологічних параметрів водних мас досліджуваного регіону.

Ключові слова: звукокорозіюючий шар, мезозoopланктон, Чорне море

E.N. Sibirtsova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

THE PARTICULARITIES OF SOUND SCATTERING LAYERS FAUNA'S VERTICAL DISTRIBUTION IN THE BLACK SEA DURING THE AUTUMN SEASON

The particularities of sound scattering layer fauna distribution in the autumn season have been explored. The main regularities of inter-relations between plankton community qualitative and quantitative characteristics and water mass hydrological parameters have been revealed.

Key words: sound scattering layers, mesozooplankton, the Black Sea

УДК [594.124:591.134:551] [621.262.5]

Н.А. СИТНИК

Південний науково-дослідний інститут морського рибного господарства і океанографії
вул. Свердлова, 2, Керч 98300, АР Крим, Україна

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БЮДЖЕТ І ДОБОВІ РАЦІОНИ ПЛОСКОЇ
УСТРИЦІ (*OSTREA EDULIS* L.)**

Досліджені енергетичний бюджет і добові раціони плоскої устриці в онтогенезі. Виявлені тренди енергетичних витрат на індивідуальну продукцію, метаболізм, асимільовану і спожиту їжу. Показано, що зміни величини добового раціону в онтогенезі устриці можна описати у вигляді функції двох змінних – маси тіла і температури води.

Ключові слова: устриця, енергетичний бюджет, ріст, метаболізм, асиміляція, раціон

Плоска (європейська, грядкова) устриця – *Ostrea edulis* L. є одним з найбільш цінних об'єктів марикультури [6, 7, 9, 13]. На початку минулого сторіччя популяції цього виду були поширені біля узбережжя Кавказу, Криму і затоках північно-західної частини Чорного моря [6, 8, 9]. Проте в 60–70-х рр. XX-го ст. через різні причини відбулося різке зниження чисельності і ареалу природних поселень плоскої устриці [7, 9, 11]. Нині цей вид представлений лише окремими мікропопуляціями біля узбережжя Криму. У зв'язку з цим виникла необхідність штучного відтворення цього виду [5, 7, 8].

Для цього важливе значення має вивчення енергетичного бюджету і оцінка величини добових раціонів устриць на різних стадіях онтогенезу. Такі роботи порівняно нечисленні загалом [3, 5, 12], а для устриці Чорного моря вони одиничні [1].

Завданням цієї роботи було вивчення енергетичного балансу (бюджету) і добових раціонів плоскої устриці в онтогенезі.

Матеріал та методи досліджень

Енергетичний бюджет (баланс) особини визначали на основі загальновідомого рівняння [1]:

$$C = P + Q + H,$$

де: C – енергія спожитої їжі (раціон), P – енергія індивідуальної продукції; Q – витрати на енергетичний обмін (метаболізм); H – енергія незасвоєної їжі, що включає фекальні маси (біовідкладення) і рідкі екскрети (РОВ, продуктів азотистого метаболізму тощо).

Витрати на енергетичний обмін знаходили з рівнянь, що пов'язують швидкість споживання кисню з масою тіла при різних температурах [4]. Для оцінки величини індивідуальної продукції (Р) використовували дані щодо росту устриці [8]. Енергетичний еквівалент органічної речовини черепашки знаходили за даними Родхауза [13], сирі маси м'яких тканин молюсків за матеріалами С.А. Горомосової [4]. Засвоюваність (U) їжі молюсків була прийнята рівною 0,7 [13]. При аналізі отриманих даних нами також було прийнято, що генеративна продукція входить складовою частиною в індивідуальну продукцію особи.

Результати досліджень та їх обговорення

Вивчення окремих компонентів енергетичного бюджету устриці в процесі трирічного вирощування показало, що їх зміни в цілому відбуваються відповідно до загальних закономірностей, встановлених для цього та інших видів молюсків [11–13]. Після осідання на субстрат енергетичні витрати на ріст (індивідуальну продукцію – Р, дж. добу⁻¹) спочатку зростають і, досягнувши максимуму у вересні (18,6 дж. доба⁻¹), знижуються і повністю зупиняються пізно восени – взимку. Навесні з прогріванням води ріст молюсків знову активується, досягаючи максимуму на початку 2-го року життя (між червнем і липнем) – 81,5 дж. добу⁻¹, потім він знижується. Після зупинки росту в осінньо-зимовий період навесні (у березні) енергетичні витрати на ріст знову збільшуються, досягаючи найбільших значень у червні. Разом з тим, абсолютні значення добових приростів у цей час помітно нижчі, ніж у попередній період – 56,4 дж. доба⁻¹.

Отже, динаміка енергетичних витрат на ріст у плоскій устриці залежно від сухої маси тіла характеризується куполоподібною кривою, яку можна описати поліномом 2-го ступеня:

$$P = -0,17 \cdot W^2 + 5,48 \cdot W - 8,28 \quad (1)$$

Разом з тим, слід зазначити, що протягом кожного року енергетичні витрати на ріст схильні до значних флуктуацій, що тісно корелюють з температурою води.

Динаміка інших елементів балансу мала іншу тенденцію. У онтогенезі з віком і збільшенням маси тіла відбувалося зростання витрат на енергетичний обмін (Q, дж. добу⁻¹). Аналіз показав, що їх динаміку однаково добре можна описати у вигляді функції часу (t, місяць) і маси тіла (W, г). Оскільки з біологічної точки зору другий показник кращий [10], залежність Q від маси тіла має такий вигляд:

$$Q = 201,4 \cdot W^{0,72}, n=24, r=0,88 \quad (2)$$

Величина асимільованої їжі (A, дж. доба⁻¹) в процесі онтогенезу також характеризувалася позитивним трендом – у цьоголіток устриць її максимальне значення складало 31,4 дж. доба⁻¹, у однолітків їх значення зросло до 131,6 дж. доба⁻¹, у особин у віці 2 роки вони досягли 210 дж. доба⁻¹. Оскільки на 3-му році життя швидкість росту знижувалася, то величина асимільованої їжі (A=P+Q) зростала непропорційно Q, а мала деяке відхилення від динаміки даного показника. У числовому вигляді зв'язок швидкості асиміляції їжі з сухою масою тіла устриць описується алометричним рівнянням:

$$A = 219,7 \cdot W^{0,61}, n=24, r=0,79 \quad (3)$$

При зміні температури води спостерігаються періоди помітного зниження і подальшого зростання значень величини асимільованої їжі (рис. 1). В цілому аналогічна динаміка елементів енергетичного бюджету спостерігалася у плоскій устриці іншими авторами [3, 11, 12].

На основі рівняння (3) можна охарактеризувати раціон устриць (C, дж. добу⁻¹), який знаходять з рівняння: $C = A \cdot U^{-1}$, де U – коефіцієнт засвоюваності їжі. Приймаючи U рівним 0,7 [13], значення раціону приймає вигляд: $C = 1,43 \cdot A$.

Динаміка змін раціону на різних стадіях онтогенезу мали тенденцію, аналогічну динаміці A, і варіювали від 2,97 дж. доба⁻¹ (на 1-му році життя) до 279,8 дж. доба⁻¹ (на 3-м році життя). Одночасно, значення питомих добових раціонів (C/w) в онтогенезі неухильно знижувалися від 17,75% на ранніх стадіях індивідуального розвитку до 1,38% на 3-му році життя, причому в зимовий час він був навіть менше 0,5%.

В цілому залежність швидкості споживання їжі від сухої маси тіла:

$$C = 314,1 \cdot W^{0,61}, n = 24, r = 0,79 \quad (4)$$

Слід зазначити, що наведене рівняння (4) характеризує лише деякі середні (фонові) значення добового раціону устриць. У різні сезони року і відповідно при різній температурі води величина раціону помітно відхиляється від теоретичної кривої і таким чином рівняння (4) недостатньо точно відображає швидкість споживання їжі в процесі індивідуального розвитку.

Оскільки раціон залежить від маси тіла (W) і тісно корелює з температурою води (T), залежність між вказаними вище змінними можна описати рівнянням множинної регресії (рис. 2):

$$C = -120,77 + 9,28 \cdot W + 10,36 \cdot T, RQ = 0,828 \quad (5)$$

де: RQ – об'єднаний коефіцієнт кореляції.

Отже, маючи в своєму розпорядженні дані щодо росту устриць та температури води, можна визначити величину добового раціону на різних стадіях онтогенезу. Отримані дані дозволяють провести необхідні розрахунки при визначенні оптимальної щільності посадки молюсків і створенню моделювання процесів вирощування молюсків в умовах марікультури.

Висновки

В процесі індивідуального розвитку устриці витрати енергії на ріст спочатку зростають, а досягнувши максимуму у 2-річних особин, починають знижуватися, тоді як витрати на енергетичний обмін та асиміляцію їжі стійко зростають. Величину добового раціону можна описати у вигляді функції маси тіла і температури.

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков / А.Ф. Алимов. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Горомосова С.А. Сезонные изменения химического состава черноморской устрицы / С.А. Горомосова // Гидробиол. журн. – 1968. – Т. 4, № 3. – С. 74–76.
3. Золотницкий А.П. Энергетический баланс и суточные рационы черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.), выращиваемой в контролируемых условиях / А.П. Золотницкий / Тез. докл. Междуна. симпоз. по совр. проблемам мариккультуры в соц. Странах. Анапа, 25 сент.–1 окт. 1989. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 66–67.
4. Золотницкий А.П. Интенсивность дыхания черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.) / Золотницкий А.П., Сытник Н.А. // Рыбн. хоз-во Украины. – 2007. – № 5. – С. 20–24.
5. Золотницкий А.П. К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав / А.П. Золотницкий, А.Н. Орленко, В.Г. Крючков, Н.А. Сытник. // Труды ЮгНИРО. – 2008. – Т. 46. – С. 48–54.
6. Кракатица Т.Ф. Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства / Т.Ф. Кракатица. – К.: Наук. думка, 1976. – Вып. 2 – 79 с.
7. Монин В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дисс. ... канд. биол. Наук. 03.00.17 “Гидробиология” / В.Л. Монин. – Севастополь, 1990. – 24 с.
8. Пиркова А.В. Воспроизводство черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. как исчезающего вида / А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина, В.И. Холодов. // Рыбн. хоз-во Украины. – 2002. – № 3–4. – С. 8–12.
9. Супрунович А.В. /Культивируемые беспозвоночные // Супрунович А.В., Макаров Ю.Н. – К.: Наук. думка, 1990. – 264 с.
10. Сытник Н.А. Особенности линейного и весового роста устрицы *Ostrea edulis* L. в озере Донузлав / Сытник Н.А., Красноштан С.В. // Рыбн. хоз-во Украины. – 2008. – № 6. – С. 44–48.
11. Beiras R. Short-term and long-term alterations in the energy budget of young oyster *Ostrea edulis* L. in response to temperature change / R. Beiras, A. Pérez-Camacho, M. Albentosa // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. – 1995. – Vol. 186, N 2. – P. 221–236.
12. Newell K.C. Adjustment of the components of energy balance in response to temperature change in *Ostrea edulis* / K.C. Newell, L.G. Johnson, L.H. Kofoed // Oecologia (Berl.). – 1981. – Vol. 7, N 30. – P. 97–110.
13. Rodhouse P.G. Energy transformations by the oyster *Ostrea edulis* L. in a temperature estuary / P.G. Rodhouse // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1978. – Vol. 34, N 1. – P. 1–22.

Н.А. Ситник

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, Керчь, Украина

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БЮДЖЕТ И СУТОЧНЫЕ РАЦИОНЫ ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.)

Исследован энергетический бюджет и суточные рационы плоской устрицы в онтогенезе. Выявлены общие тенденции изменений энергетических трат на рост, энергетический обмен, ассимилированную и потребленную пищу. Показано, что изменения величины суточного рациона в онтогенезе устрицы можно описать в виде функции двух переменных – массы тела и температуры воды.

Ключевые слова: устрица, энергетический бюджет, рост, метаболизм, ассимиляция, рацион.

N.A. Sitnik

South research Institute of marine fish Industry and Oceanography, Kerch, Ukraine

ENERGY BUDGET AND DAILY RATIONS OF FLAT OYSTER (*OSTREA EDULIS* L.)

The energy budget and daily rations of flat oyster in ontogenesis were investigated. The general tendencies of changes of energy expenditure for growth, energy exchange, assimilated and consumed food were revealed. It was shown, that changes of size daily ration value in ontogenesis of oyster can be described by function of two variables – body mass of and water temperature.

Key words: oyster, energy budget, growth, metabolism, assimilation, ration

УДК 591.524.11(262.5)

І.О. СИНЬОГУБ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65011

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСУ АКВАТОРІЙ ОДЕСЬКОГО ПОРТУ ТА ПОРТУ ПІВДЕННИЙ

На мулах Одеського порту зареєстровані 43 таксони макрозообентосу, порту Південний – 44 (всього 56); переважали вагільні організми інфауни. Показники бентосу в Одеському порту ($912 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-2}$, $11,5 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$) були вищі, ніж в порту Південний ($506 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-2}$ і $8,7 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$). Серед таксономічних груп домінували черви, серед трофічних – детритофаги.

Ключові слова: акваторія, порт, макрозообентос, чисельність, біомаса

Донедавна вважали, що акваторії морських портів – ділянки дна з дуже бідним донним населенням. В праці про донну фауну Одеського порту [3] сказано, що в біоценозі мулу, який займав всю акваторію, форм макрозообентосу не виявлено. В акваторії порту Констанца (Румунія) на 9 станціях були знайдені всього 10 таксонів макро- та мейобентосу [11]. В останні роки вишли праці, що значно розширили дані про склад та кількісні показники донної макрофауни акваторій двох портів північно-західної частини Чорного моря – Одеського порту [4, 7, 10] та порту Південний [8].

Площа акваторії Одеського порту складає біля $2,8 \text{ км}^2$. Вся берегова лінія забудована причалами, глибини біля яких складають 3,0–16,5 м. Від відкритої частини моря порт захищений трьома хвилерізами, Рейдовим та Карантиним молами. Біля причалів залягають чорні полурідкі мули з домішкою черепашки, на віддаленні від причалів – більш щільні чорні та сірі мули, місцями з домішкою черепашки та піску.

Порт Південний розташований в Григор'ївському лимані, що знаходиться в 30 км на схід від м. Одеси. В 1973 р. лиман був з'єднаний з морем підхідним каналом. Первісна глибина була збільшена в середньому в 3 рази і лиман перетворився в глибоководну морську затоку. Сучасна довжина водойми біля 7,3 км, ширина – до 1,2 км. На її берегах побудовані причали порту Південного, нафтового терміналу та Одеського припортового заводу; значна частина берегової смуги ще не забудована. На глибинах 10 м і більше (площа біля $4,0 \text{ км}^2$) донні відкладення представлені чорними мулами з шаром намулку.

Акваторії обох портів є своєрідними седиментаційними пастками, чому сприяють як обмежений водообмін акваторій, так і те, що глибини біля причалів (до 16,5–17,5 м) значно більші, ніж на прилеглих ділянках моря.

Матеріал і методи дослідження

Проби макрозообентосу (по одній на станції) збирали дночерпаком Петерсена з площею захвату $0,1 \text{ м}^2$. В акваторії Одеського порту (ОП) проби збирали з серпня до грудня 2001 р. на глибині 3,0–16,5 м. Всього зібрані 117 проб, в тому числі безпосередньо біля причалів та на відстані 50 м від них, на підходному каналі і біля Рейдового молу. В порту Південний (ПП) проби збирали на 10 постійних станціях з листопада 1992 р. до червня 2006 р. на глибині 10,0–17,5 м. Проведено 22 зйомки, зібрані 185 проб по осі лиману та на відстані більш ніж 50 м від причалів.

Зібраний матеріал промивали через набір сит з мінімальним діаметром отвору 1,0 мм та обробляли стандартними методами [7]. Для кожного виду визначені: середня чисельність – N, $\text{екз.}\cdot\text{м}^{-2}$; середня біомаса – B, $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$; частота трапляння – P, %. До основних віднесені види, зустрінуті не менше, ніж на 50 % станцій, до другорядних – види, знайдені на 25–50 % станцій, до випадкових – види, зареєстровані менш ніж на 25 % станцій. При виділенні трофічних груп використані літературні данні [2, 5, 6].

Для оцінки складності харчової структури розраховані індекси її одноманітності [9]. Всі групи макрозообентосу, за винятком губок, турбеларій, немуртин та олігохет, визначені до виду.

Результати досліджень та їх обговорення

У складі макрозообентосу акваторій обох портів зареєстровані 56 таксонів (черв'яків – 20, молюсків – 13, ракоподібних – 19, губок, кишковопорожнинних, личинок хірономід та асцидій – по 1), включно 43 таксони в ОП та 44 – в ПП (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика кількісних показників макрозообентосу в акваторіях Одеського порту та порту Південний

Показник	Одеський порт	Порт Південний
роки проведення досліджень	2001	1992–2006
кількість станцій	117	185
глибина відбору проб, м	3,0–16,5	10,0–17,5
середня глибина відбору проб, м	11,1±0,3	14,6±0,1
кількість таксонів, всього	43	44
в тому числі черв'яків	19	15
- “ - моллюсків	8	12
- “ - ракоподібних	14	15
- “ - інших	2	2
кількість таксонів на одній станції	0–17	0–18
середня кількість таксонів на одній станції	5,5±0,3	5,0±0,2
чисельність бентосу на одній станції, екз.·м ⁻²	0–9630	0–6370
середня чисельність бентосу, екз.·м ⁻²	912,0±149,4	505,5±47,8
біомаса бентосу на одній станції, г·м ⁻²	0–145,07	0–343,70
середня біомаса бентосу, г·м ⁻²	11,515±2,280	8,687±1,177
біомаса кормового (для риб) бентосу, г·м ⁻²	10,739	8,621
біомаса кормового (для риб) бентосу, %	93,3	99,4
індекс одноманіття харчової структури	0,30	0,26
види – вселенці, кількість таксонів	5	3
- “ - чисельність, екз.·м ⁻²	272,8	73,1
- “ - біомаса, г·м ⁻²	0,767	1,891

Донна макрофауна портів була представлена виключно евригалініним морським комплексом. Коефіцієнт спільності таксонів (за Жаккардом–Альохінім) між акваторіями склав 57,1%, включно числі для черв'яків 75,0%, для моллюсків 53,8%, для ракоподібних 52,6%. Кількісні показники макрозообентосу на станціях обох акваторій варіювали в широких межах. Основним чинником, що формував склад та показники кількісного розвитку донної макрофауни обох акваторій, був характер донних відкладень. Середні показники чисельності (912,0 екз.·м⁻²) та біомаси (11,515 г·м⁻²) в ОП, де донні відкладення різноманітніші, трохи вищі, ніж в ПП – відповідно 505,5 екз.·м⁻² та 8,687 г·м⁻². Серед основних таксономічних груп в обох акваторіях як за чисельністю, так і за біомасою домінували черв'яки (табл. 2).

Таблиця 2.

Порівняльна характеристика основних таксономічних груп макрозообентосу в акваторіях Одеського порту та порту Південний

Основні таксоно-мічні групи	Кількість таксонів	Чисельність		Біомаса	
		екз.·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%
Одеський порт					
черв'яки	19	735	80,6	5,43	47,1
моллюски	8	70	7,7	3,92	34,0
ракоподібні	14	107	11,7	1,39	12,1
інші групи	2	-	-	0,78	6,8
всього	43	912	100,0	11,52	100,0
порт Південний					
черв'яки	15	375	74,1	5,02	57,8
моллюски	12	79	15,6	3,27	37,6
ракоподібні	15	42	8,3	0,32	3,7
інші групи	2	10	2,0	0,08	0,9
всього	44	506	100,0	8,69	100,0

Не зважаючи на значну кількість знайдених таксонів, лише незначна частина їх за частотою знаходження належала до основних та другорядних таксонів – відповідно 3 та 4 в ОП і 2 та 4 – в ПП. До основних таксонів віднесені тільки поліхети: в ОП – *Harmothoe imbricata* (L.), *Neanthes succinea* (Frey et Leuch), *Polydora limicola* Annenkova); в ПП – *Nephtys hombergii* Savigny та *Heteromastus filiformis* (Claparede). Та обставина, що 8 з 10 основних та другорядних таксонів обох

акваторій належать до таксономічної групи черв'яків, наочно свідчить про несприятливі абіотичні умови для розвитку донної макрофауни на дні акваторій. Сумарна частка основних та другорядних таксонів складала в ОП 86,5% чисельності та 42,7% біомаси, в ПП – відповідно 75,0% та 53,2%.

Серед основних трофічних груп за кількістю таксонів (17–20), чисельністю (90,0–84,2 %) та біомасою (56,0 – 48,7 %) в обох акваторіях переважали детритофаги (табл. 3). Індекс одноманіття харчової структури макрозообентосу в акваторіях був майже однаковим (0,26–0,30).

Таблиця 3

Порівняльна характеристика основних трофічних груп макрозообентосу в акваторіях
Одеського порту та порту Південний

Основні трофічні групи	Кількість таксонів	Чисельність		Біомаса	
		екз.·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%
Одеський порт					
сестонофаги	7	20	2,2	3,52	30,5
детритофаги	17	821	90,0	6,45	56,0
рослино-детритоїдні	5	23	2,5	0,11	1,0
фітофаги	2	3	0,3	0,01	0,1
хижаки	10	45	5,0	0,88	7,6
поліфаги	2	-	-	0,55	4,8
всього	43	912	100,0	11,52	100,0
порт Південний					
сестонофаги	6	22	4,3	3,12	35,9
детритофаги	20	426	84,2	4,23	48,7
рослино-детритоїдні	4	7	1,4	0,05	0,6
фітофаги	4	9	1,8	0,03	0,3
хижаки	9	41	8,1	1,18	13,6
поліфаги	1	1	0,2	0,08	0,9
всього	44	506	100,0	8,69	100,0

Кількість таксонів епіфауни та інфауни в обох акваторіях була практично однаковою, але за чисельністю (80,3% в ОП, 82,7% в ПП) та біомасою (відповідно 80,7% и 92,3%) домінували організми інфауни. Відповідно до характеру донних відкладень за всіма кількісними показниками (в ОП 37 таксонів, чисельність – 99,2%, біомаса – 89,7%; в ПП – відповідно 38,0%, 87,4 и 83,7%) переважали представники вагільного комплексу.

У складі бентосу зареєстровані 5 видів – вселенців: *Polydora limicola* Annenkova, *Doridella obscura* Verrill, *Mya arenaria* L., *Balanus improvisus* Darwin, *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland) (5 – в ОП та 3 – в ПП). Їх сумарна чисельність в ОП була 29,9%, біомаса – 6,7%, в ПП – відповідно 14,5% та 21,8%.

Висновки

На мулистих донних відкладеннях акваторій двох портів північно-західної частини Чорного моря зареєстровані 56 таксонів макрозообентосу, в тому числі 43 – в Одеському порту (в 2001 р.) та 44 – в порту Південний (в 1992–2006 рр.). Коефіцієнт спільності таксонів між акваторіями склав 57,1 %. Середні показники чисельності (912,0 екз.·м⁻²) та біомаси (11,515 г·м⁻²) в Одеському порту були трохи вищі, ніж в порту Південний – відповідно 505,5 екз.·м⁻² та 8,687 г·м⁻². Серед таксономічних груп по чисельності та біомасі домінували черв'яки, серед трофічних – детритофаги. Переважали вагільні організми.

1. Володкович Ю.Л. Методы изучения морского бентоса / Ю. Л. Володкович // Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 150–165.
2. Грезе И.И. Амфиподы Черного моря и их биология / И.И. Грезе. – К.: Наук. думка, 1977. – 156 с.
3. Джуртубаев М.М. Донная фауна Одесского порта / Джуртубаев М.М., Чернолев М.М. // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа. – К.: Наук. думка, 1978. – Ч. 2. – С. 41–42.
4. Зайцев Ю.П. Базовые биологические исследования Одесского морского порта (август–декабрь 2001): итоговый отчет / Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Н.А. Берлинский [и др.]. – Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы ГлоБалласт. – Одесса, 2004. – № 7. – 171 с.
5. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря / М.И. Киселева. – К.: Наук. думка, 1981. – 165 с.
6. Лосовская Г.В. Экология полихет Черного моря / Г.В. Лосовская. – К.: Наук. думка, 1977. – 91 с.
7. Лосовская Г.В. Сравнение видового состава и количественного развития полихет на примере Одесского порта / Г.В. Лосовская, И.А. Синегуб, А.А. Рыбалко // Морской экологический журнал. – 2004. – Т. 3. – № 1. – С. 51–58.

8. *Макрозообентос* / И.А. Синегуб, А.А. Рыбалко, А.С. Бондаренко, С.А. Кудренко // Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана. – Одесса: Астропринт, 2008. – С. 178–202.
9. *Несис К.Н.* Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов / К.Н. Несис // Океанология. – 1965. – Т. 5. – № 4. – С. 701–704.
10. *Синегуб И.А.* Макрозообентос акватории Одесского порта / И.А. Синегуб // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2007. – № 15. – С. 492–500.
11. *Tiganus V.* Donnees preliminaires sur le zoobenthos du substrat meuble de la zone portuaire Constanta / V. Tiganus // Cercetari marina. – 1982. – N 15. – P. 107–114.

И.А. Синегуб

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСА АКВАТОРИЙ ОДЕССКОГО ПОРТА И ПОРТА ЮЖНЫЙ

На илах Одесского порта и порта Южный зарегистрированы 43 и 44 таксонов макрозообентоса (всего 56); преобладали вагильные организмы инфауны. Показатели бентоса в Одесском порту ($912 \text{ экз.}\cdot\text{м}^{-2}$, $11,5 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$) были выше, чем в порту Южный ($506 \text{ экз.}\cdot\text{м}^{-2}$ и $8,7 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$). Среди таксономических групп доминировали черви, среди трофических – детритофаги.

Ключевые слова: акватория, порт, макрозообентос, численность, биомасса

I.A. Synyogub

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF AREAS OF MACROZOOBENTHOS NEAR ODESA AND YUZHNIY PORTS (UKRAINE)

Of a total of 56 taxa of macrozoobenthos on silts of Odessa and Yuzhniy ports 43 and 44 have been recorded. Vagile in fauna organisms dominate. Benthic indices in Odessa port ($912 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$, $11.5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) were higher than those in Yuzhniy port ($506 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-2}$, $8.7 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$). Among the taxonomic groups worms dominated and among the trophic-detrophages.

Key words: aquatorium, port, macrozoobenthos, quantity, biomass

УДК [581.526.325.04]

І.О. СКРИПНИК, О.В. КИРСАНОВА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65014

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В КУЛЬТУРІ

Здійснено порівняльне вивчення застосування різних методів оцінки впливу токсиканту на клітини мікроводоростей з різним фізіологічним статусом. Встановлено, що при з'ясуванні механізмів впливу токсикантів на клітину доцільно використовувати електрохімічні методи для контролю за життєдіяльністю водоростевих клітин.

Ключові слова: мікроводорості, токсиканти, методи

Нині накопичено чимало даних щодо змін різноманітних ознак організмів, які виникають як реакція–відповідь на один і той самий вплив, у різних особин популяції або навіть в одного й того самого організму, що знаходиться у різному фізіологічному стані [4, 8]. Вони є не тільки різними за силою, а іноді й протилежними за знаком.

При інтегральній оцінці стану популяції мікроводоростей (інтенсивність фотосинтезу, первинна продукція, біомаса) у ході токсикологічного експерименту субпопуляційні ефекти впливу нівелюються та не розглядаються. Проте ряд питань, пов'язаних з адаптацією мікроводоростей до впливу токсикантів та природнього відбору, в цілому, не можуть бути вирішені без урахування гетерогенного характеру популяції [5, 8].

В цій роботі порівняли деякі методичні підходи з метою оцінки впливу токсиканту на клітини мікроводоростей з різним фізіологічним статусом.

Матеріал і методи досліджень

У серії експериментів оцінювався вплив сублетальної концентрації ртуті (20 мкг/дм^3) на поширену динофітову водорість *Prorocentrum micans* Ehrenb., яку вирощували при постійних умовах температури та освітлення. Для оцінки фізіологічного стану клітин у контролі та за дії досліджуваної концентрації HgCl_2 використовували такі методи:

а) альгологічні: підрахунок клітин мікроводоростей у світлому полі мікроскопу; підрахунок клітин після подвійного суспензійного фарбування нейтральним червоним та метиленовим синім [6, 3]. Перший дифузно забарвлює протоплазму пасивних клітин, а другий – оболонки мертвих клітин [1]. Для фарбування використана схема, що запропонована для морських мікроводоростей [10];

б) фізико-хімічні методи: оцінка ступеня токсичності досліджуваної концентрації за спектрами пропускання та флуоресценції суспензії *Pr. micans*. Спектри пропускання реєструвалися на СФ-24, спектри флуоресценції – на флуориметрі МР-4 «Хітачі» при $\lambda_{\text{осв}}=370 \text{ нм}$ та $\lambda_{\text{осв}}=456 \text{ нм}$.

Крім зазначеного, проводили також оцінку пошкоджених клітин, імобілізованих на пірофітовому електроді, за величиною фототоку у контролі та за дії токсиканту.

В попередніх експериментах було показано, що в області потенціалів $E=-0,1 \text{ В}$ та $E=-0,2 \text{ В}$ на електроді адсорбується приблизно 70% живих клітин (контроль стану проводився за допомогою люмінесцентної мікроскопії). При зміщенні в область позитивних або негативних потенціалів клітини на електроді гинуть.

Пірофітовий електрод витримували у середовищі з водоростями 10 хв., потім його разом з імобілізованими на ньому клітинами (приблизно 20–30) поміщали в середовище з досліджуваною концентрацією HgCl_2 . Про силу впливу судили за інтенсивністю фототоку [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Не зачіпаючи кількісних закономірностей дії токсиканту на *Pr. micans*, що було зроблено раніше, розглянемо лише результати, отримані при застосуванні вищезгаданих методів з точки зору якості одержаної інформації [7].

Застосування найпростішого альгологічного методу – підрахунку клітин у світлому полі мікроскопу – практично не дає можливості оцінити статус клітин у контролі та за дії токсиканту. Оцінка пулу метаболічно активних клітин в межах цього методу може бути проведена при суспензійному фарбуванні клітин вітальними барвниками. Аналогічні результати можна отримати при люмінесцентному аналізі стану клітин. S-подібний характер кривої росту популяції чітко виражений лише в разі підрахунку кількості живих (метаболічно активних) клітин у культурі, а за підрахунок загального числа клітин в культурі протягом деякого часу зниження кривої не спостерігається, хоча розмноження клітин припинялося і спостерігався початок їх масового відмирання. Не враховувати це у ході токсикологічного експерименту, очевидно, некоректно.

Кількість метаболічно неактивних клітин у контролі складала майже 10% при диференційному фарбуванні та дещо більше при люмінесцентному аналізі. Спостерігається також невелика різниця в кількості мертвих клітин, що може бути пов'язано з лізисом клітин. Слід зазначити, що аналогічні оцінки пулу різних за фізіологічним станом клітин ускладнюються за використання фізико-хімічних методів. При оцінці стану популяції за допомогою спектрів флуоресценції та пропускання для реєстрації субпопуляційних ефектів доречно проводити підрахунок клітин. Якщо прийняти, що суспензія мікроводоростей є ценозом фізіологічно активних клітин, оптичні властивості якого визначаються як за показниками, що характеризують всю суспензію в цілому (густина, співвідношення живих та мертвих клітин), так і за показниками, що характеризують стан окремих клітин (якість і склад пігментних систем), то зазначений метод може бути використаний для експрес-оцінки стану популяції на дію токсиканту. Більш тонка оцінка субпопуляційних ефектів потребує калібровки методу – співвідношення інтенсивності флуоресценції до кількості клітин – та додаткового мікроскопічного аналізу. Про кількість живих клітин можна судити за величиною піку в області 680 нм, коли спостерігається флуоресценція тільки метаболічно активних клітин. Мертві та неактивні клітини при аналізі спектрів флуоресценції розділити практично неможливо. Аналогічні результати отримані і при аналізі спектрів пропускання досліджуваної суспензії водоростей лише за тією різницею, що метод на порядок менш чутливий і не потребує роботи з дуже густою суспензією водоростей.

Оцінка пулу фізіологічно активних клітин за допомогою електрохімічного методу також є побічною і повинна співвідноситися з кількістю клітин, імобілізованих на електроді. Метод показує

вищу частку метаболічно активних клітин. Це пов'язано з тим, що оцінюються тільки світові стадії фотосинтезу, які за дії ртуті практично не враховуються. Співвідношення величини фототоку власне водоростевих клітин, що зазнали впливу ртуті, та хлоропластів, показало, що ушкоджуюча дія виявляється, в основному, на білкових та білок-ліпідних комплексах.

Висновки

Показники, що отримані при використанні групи клітин, характерні і для кожної окремої клітини. В контексті посиленого субпопуляційного підходу до оцінки стресового впливу заслуговують належної уваги традиційні методи, зокрема, забарвлення клітин вітальними барвниками та люмінесцентна мікроскопія. Поєднання використання кількох барвників з люмінесцентним аналізом дозволяє контролювати ступінь ідентичності властивостей клітин в популяції і визначати частину клітин, які мають ці характеристики. Тонкі фізико-хімічні методи доцільно використовувати для вирішення питань, пов'язаних з з'ясуванням механізмів взаємодії токсичних речовин і рослинних клітин.

1. Александров В.Я. Реактивность клеток и белки / В.Я. Александров. – Л.: Наука, 1985. – 317 с.
2. Гаузе Г.Ф. Об обратимости зависимости между приобретенными и врожденными свойствами организмов / Гаузе Г.Ф., Алпатов В.В. // ДАН СССР. – 1941. – Т. 30, № 3. – С. 252–255.
3. Граменицкий Е.М. Прижизненная окраска клеток и тканей / Е.М. Граменицкий. – М.: Медгиз, 1963. – 149 с.
4. Дрегольская И.Н. Зависимость реакций на повышение температуры среды от исходного уровня теплоустойчивости особей одного генотипа / И.Н. Дрегольская // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1987. – № 2. – С. 251–258.
5. Летунова С.В. Геохимическая экология микроорганизмов / Летунова С.В., Ковальский В.В.. – М.: Наука, 1978. – С.146.
6. Роскин Г.И. Микроскопическая техника / Г.И. Роскин. – М.: Сов. Наука, 1951. – 120 с.
7. Скрипник И.А. Физиологическое состояние водорослей при ртутном загрязнении / И.А. Скрипник, С.А. Саркисова, Н.И. Ясинцева // Эксперим. водная токсикология. – 1982. – Вып. 2. – С. 67–82.
8. Ушаков Б.Л. Физиологическая структура популяции, возникающая в процессе термального отбора / Б.Л. Ушаков // Генетика. – 1982. – Т. XVIII, № 5. – С. 232–240.
9. Ушаков Б.П. Эволюционное значение температурных адаптаций животных / Б.Л. Ушаков // Усп. совр. биол. – 1982. – Т. 93, № 2. – С. 302.
10. Gallagher G.C. Patterns of cell viability in the diatom *Skeletonema costatum* in batch culture and in natural population / G.C. Gallagher // Estuaries. – 1984. – Vol. 7, N 1. – P. 109–118.
11. Tarasevich M.R. Photoresponse of native photosynthetic system and chlorophyll-containing films on metal electrodes / Tarasevich M.R., Chanova L.A. // J. Electroanal. Chem. – 1987. – N 228. – P. 109–118.

И.О. Скрипник, О.В. Кирсанова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В КУЛЬТУРЕ

Проведено сравнительное изучение применения разных методов для оценки воздействия токсиканта на клетки микроводорослей с разным физиологическим статусом. Установлено, что при расшифровке механизмов воздействия токсиканта на клетку целесообразно применение электрохимических методов контроля жизнедеятельности водорослевых клеток.

Ключевые слова: микроводоросли, токсиканты, методы

I.O. Skripnik, O.V. Kirsanova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

METHODICAL ASPECTS OF STUDY OF POPULATION OF MICROALGAE ARE IN CULTURE

Methods of estimation of toxic agents on cells of microalgae with different physiological state were studied. There was noticed that during studies on mechanism of toxic agents action electrochemical methods use is possible.

Key words: microalgae, toxic agents, methods

УДК 551.35:579:628.5(262.5)

Л.Л. СМІРНОВА

Науково-дослідний центр “Державний океанаріум”
вул. Епронівська, 7, Севастополь 99024, Україна

МІКРОБІОТА МОРСЬКИХ ДОННИХ НАШАРУВАНЬ ЯК ІНДИКАТОР ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ ЗАЛИШКАМИ ХІМІЧНИХ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН

Залишки затоплених на чорноморському шельфі токсикантів ізолюють саркофагами. Відновлення мікробіоти, яка характерна для відносно чистих морських донних нашарувань, відбувається протягом 3 років. Поступово знижується чисельність сапрофітів та азотфіксаторів, зникають автотрофи циклу сірки, ціанобактерії, з'являються нітрифікуючі бактерії.

Ключові слова: затоплені екотоксиканти, саркофаг, екологічний стан, Чорне море

У прибережних зонах Кримського узбережжя та Керченської протоки знайдені ділянки донних нашарувань, забруднені залишками хімічної зброї, затопленої в період Другої Світової війни [2]. Це забруднення має локальний характер. Однак, хімічна та мікробіологічна активність морського середовища сприяє руйнуванню затоплених об'єктів з наступною міграцією продуктів довгострокового гідролізу іприту і люїзиту в системи “дно – придонний шар води”. Підвищений вміст сполук сірки і миш'яку, що надійшли у донні нашарування, впливає на чисельність і структуру асоціацій донних мікроорганізмів, веде до біодеградації цих асоціацій і подальшого замулювання ґрунтів [1, 4, 5, 7].

Для покращення екологічної ситуації в місцях захоронення хімічної зброї проводяться підводні роботи, зв'язані з зведенням спеціальних саркофагів над джерелами забруднення. Мікробна біосистема в донних нашаруваннях є динамічною системою, здатною швидко адаптуватися до мінливих екологічних умов. Тому для контролю за якістю і надійністю детоксикації нами вивчається кількісний та якісний склад донних мікроорганізмів [1]. Основними групами мікроорганізмів-індикаторів багатокомпонентного забруднення донних нашарувань іприт-люїзитної суміші є сапрофіти, азотфіксатори і мікроорганізми циклу сірки [4, 8]. Дослідження, проведенні з піщаними і замуленими донними нашаруваннями, показали, що різноманітність мікробіоти може бути універсальним індикатором зміни рівня забруднення [1, 5].

У роботі наводяться результати вивчення мікробіоти біля саркофагів та відзначені групи мікроорганізмів, які першочергово визначають поліпшення екологічної ситуації на досліджуваній ділянці морського дна.

Матеріал і методи досліджень

Здійснювали мікробіологічні дослідження проб донних нашарувань, відібраних в літньо-осінній період 2007–2009 р.р. в прибережних акваторіях міст Керчі та Севастополя. Відбір проб здійснювали безпосередньо біля стінки саркофагу за допомогою водозаїмної техніки. Вміст сірки (ΣS) в донних нашаруваннях, забруднених залишками іприту, досягав 3,0–12,0%. Концентрація миш'яку в місцях поховання іприт-люїзитної суміші змінювалася від 0,05% до 6,00% [4, 5].

Вивчали різні групи автотрофних і гетеротрофних мікроорганізмів, культивованих на рідких середовищах. Для групи сапрофітів використовували м'ясо-пептонний бульйон (МПБ), для азотфіксуючих бактерій – середовище Ешбі, для тіонових бактерій – середовище Старкі, для зелених фотосинтезуючих сіркобактерій і ціанобактерій, які можуть розвиватися в присутності сполук сірки, – середовище Ван-Ніля [3]. Інокульовані середовища інкубували протягом 15–30 діб при кімнатній температурі і природному сонячному освітленні. Підрахунок чисельності мікроорганізмів проводили методом граничних розведень за таблицею Мак-Креді. Для виділення мікроміцетів використовували тверді середовища Чапека і Сабуро; у кожен чашку Петрі з середовищем вносили по 0,2 мл суспензії донних відкладень.

Результати досліджень та їх обговорення

Зразки проб, що містять залишки іприту, були представлені сірими або чорними замуленими відкладами. Залишки високотоксичної іприт-люїзитної суміші (вміст миш'яку від 6,00% до

0,05%) надавали донним нашаруванням червоно-коричневий колір. В таких біотопах порушувався кругообіг біогенних елементів, накопичувалися проміжні продукти розкладання органічної речовини і створювалися анаеробні умови.

Мікробіологічні дослідження донних нашарувань у місцях поховання залишків іприту, що містять хлоровані органічні сульфіді та елементну сірку, показали збільшення на два-три порядки чисельності сапрофітних груп мікроорганізмів, мікроорганізмів циклу сірки, нитчастих ціанобактерій і зниження чисельності та активності нітрифікаторів 1 і 2 фаз [1, 4, 8]. Дослідження в Керченській протоці показали, що фототрофна компонента мікробіоти донних нашарувань, забруднених сполуками відновленої сірки, представлена різноманітними асоціаціями ціанобактерій і зеленими фотосинтезуючими сіркобактеріями. На рисунку представлені асоціації фототрофних мікроорганізмів, виділених з донних нашарувань на середовищі Ван-Ніля.

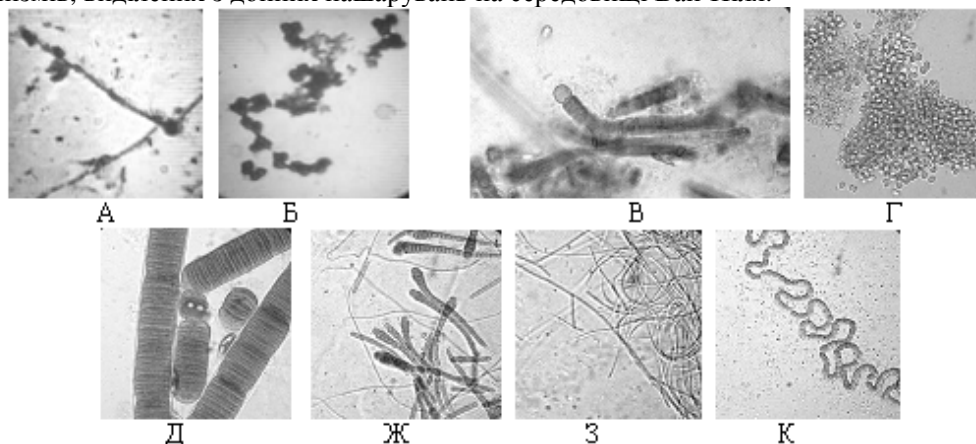


Рис. Фототрофні мікроорганізми донних нашарувань, що містять залишки іприту. А – асоціації фототрофних зелених сіркобактерій, Б – ланцюжок *Prosthecochloris* sp (x1300); ціанобактерії (x600): В – *Tolypothrix* sp. Г – *Chroococcus* sp. Д – *Lyngbya* sp. Ж – *Calothrix* sp. З – *Phormidium* sp. К – *Nostoc* sp.

Середовище Ван-Ніля містить сполуки сірки, що дозволяє виявити більшу кількість ціанобактерій, здатних до сульфатзалежної оксигенової фотоавтотрофії. Серед ціанобактерій переважають нитчасті і нитчасті з гетероцистами представники родів *Lyngbya*, *Anabaena*, *Phormidium*, *Tolypothrix*. Після зведення саркофагу над джерелами хімічного забруднення чисельність та життєдіяльність донної мікробіоти відновлювалася протягом 2–3 років (табл.).

Таблиця

Динаміка чисельності різних груп мікроорганізмів в зразках донних нашарувань біля саркофагу на протязі трьох років після його зведення

Роки	Найбільш вірогідна кількість мікроорганізмів, кл / г сухого ґрунту				
	Сапрофіти	Мікроміцети	Тіонові	Азотфіксатори	Нітрифікатори, 2 фаза
1	$1,4-5,6 \cdot 10^7$	$1,2-1,9 \cdot 10^6$	$3,1-8,4 \cdot 10^7$	$4,8-7,2 \cdot 10^6$	$3,0-5,0 \cdot 10^1$
2	$1,9-2,4 \cdot 10^6$	$0,6-1,9 \cdot 10^3$	$2,5-6,0 \cdot 10^3$	$3,0-8,9 \cdot 10^3$	$1,3-4,3 \cdot 10^2$
3	$2,0-6,4 \cdot 10^4$	$2,5-5,0 \cdot 10^3$	$2,5-4,5 \cdot 10^2$	$1,5-4,5 \cdot 10^3$	$1,1-7,2 \cdot 10^3$

Згідно отриманих даних, протягом першого року після зведення саркофагу відзначені значні зміни у складі мікроорганізмів циклу сірки. Чисельність тіонових бактерій у донних нашаруваннях зменшувалася, відбувалася заміна лідируючого комплексу фототрофних зелених сіркобактерій родів *Chlorobium* і *Pelodyction* на *Prosthecochloris* sp. Через 2 роки після зведення саркофагу вже не спостерігалось зростання зелених сіркобактерій, вирощених на середовищі Ван-Ніля. Активний ріст асоціацій ціанобактерій припинялося через 2,5–30 роки, на середовищі Ван-Ніля відзначалися лише одиничні клітини або нитки ціанобактерій. Мікроорганізми 1 та 2 фаз нітрифікації виявилися дуже чутливими до екологічних факторів донних нашарувань, забруднених сполуками сірки. Відновлення чисельності та активності цієї групи мікроорганізмів спостерігалось через 2,0–2,5 роки. Відомо, що процес нітрифікації залежить від рН морського середовища, сповільнюється при високій концентрації органічної речовини та часто лімітує цикл азоту. Збільшення численності і різноманітності азотфіксуючих мікроорганізмів, більш стійких до анаеробних умов, мабуть,

пов'язане з дефіцитом окислених форм азоту у біотопах донних нашарувань, забруднених екотоксикантами. Крім мікроорганізмів, що ростуть на середовищі Ешбі, біологічну фіксацію азоту здійснювали різноманітні азотфіксуючі нитчасті гетероцистні ціанобактерії і фототрофні зелені сіркобактерії роду *Chlorobium* sp. У дослідженнях Н. Paert, і J Zehr [6] показано, що представники цього роду є азотфіксуючими мікроорганізмами.

У високотоксичних донних нашаруваннях, що містять люїзит (вміст миш'яку більше 1,0%), життєздатної мікробіоти не виявлено. Тільки після зниження концентрації миш'яку до 0,08% в донних нашаруваннях, з'являються нитчасті ціанобактерії і відновлює життєдіяльність сапрофітна мікробіота, що росте на МПБ, мікроміцети, денітрифікуючі та тіонові бактерії. При роботі з високотоксичними донними нашаруваннями, що містять іприт-люїзитну суміш, контроль за відновленням життєдіяльності мікробіоти доцільно проводити експрес-методом на мікробіологічному аналізаторі Біоскрін С [5].

Висновки

Отже, після зведення саркофагу над контейнером, з якого витікала суміш іприт-люїзиту та продуктів їх довгострокового гідролізу, відбувається поліпшення екологічного стану довкілля. У донних відкладеннях на 2–3 порядки зменшується чисельність сапрофітних, тіонових та азотфіксуючих мікроорганізмів порівняно з їх кількістю поблизу неізолюваних джерел забруднення. Спостерігається зникнення автотрофних мікроорганізмів циклу сірки, ціанобактерій, поява нітрифікуючих бактерій. Після зведення захисних саркофагів відновлення мікробіоти, яка характерна для відносно чистих нашарувань, відбувається протягом 3 років. У Керченській протоці є перспективною альгоіндикація рівня забруднення донних нашарувань іприт-люїзитною сумішшю за різноманітністю асоціацій ціанобактерій, особливо представникам родів *Phormidium* і *Anabaena*.

1. Антонова Л.С. Мікробіологічний моніторинг морських донних нашарувань, забруднених екотоксикантами та пошук їх штамів-деструкторів / Л.С. Антонова, Н.А. Андреева, Л.Л. Смирнова [и др.] // Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення: наук.-практ. конф., 18 – 22 вер. 2006: мат. – Коктебель (АР Крим), 2006. – С. 135–138.
2. Антонова Л.С. Екологічні проблеми знешкодження хімічних токсикантів, затоплених в морській економічній зоні України / Л.С.Антонова, В.В. Гурик, А.Г. Місюра [і ін.] // Екологічні проблеми Чорного моря: 4-ий міжнар. симпоз., 31 жовт.–1 лист. 2002: мат. – Одеса, 2002. – С. 17–21.
3. Гудзь С. Практикум з мікробіології. Ч. 1.: посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] / С. Гудзь, С. Гнатуш, І. Вілінська – Львів : Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – 80 с.
4. Смирнова Л.Л. Микрофлора морских донных отложений в местах захоронения остатков химического оружия / Л.Л. Смирнова, Н.А. Андреева, Л.С. Антонова [и др.] // Морск. эколог. журн. – 2005. – Вып.1V, №3. – С. 88–93.
5. Смирнова Л.Л. Активность микрофлоры как показатель токсичности морских донных отложений шельфовой зоны черного моря и Керченского пролива / Л.Л. Смирнова, Н.А. Андреева, Л.С. Антонова [и др.] : зб. наук. праць // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу, 2005. – Вип. 12 – С. 533–539.
6. Paert H.W. Marine nitrogen fixation. / Paert H.W., Zehr J.P. // Microbial ecology of the oceans / ed. D.L Kirchman. – Delaware: University of Delaware, U.S.A., 2000. – P. 387–426.
7. Smyrnova L.L. Microorganisms of the sulfur cycle in chemically polluted marine bottom sediments / L.L. Smyrnova L.S. Antonova, V.V. Gurik [et. al.] // Environmental micropaleontology microbiology and meiobenthology: The fifth intern. conf., 17 – 25 Feb., 2008 : materials. – Chennai, India, 2008. – P. 300–303.
8. Smyrnova L.L. Cyanobacteria in the marine benthic microflora around sulphur mustard dumpsites / L.L. Smyrnova, N.A. Andreeva // IGCP 521 – INQUA 0501 Fourth Plenary Meeting and Field Trip Bucharest (Romania) – Varna (Bulgaria), 4 – 16 October, 2008.: Extended Abstracts – P. 165–166.

Л.Л. Смирнова

Научно-исследовательский центр “Государственный океанариум“, Севастополь, Украина

МИКРОБИОТА МОРСКИХ ДОННЫХ НАСЛОЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСТАТКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ

Химические токсиканты, затопленные на черноморском шельфе, изолируют саркофагами. Восстановление микробиоты, характерной для чистых морских отложений, происходит в течение 3 лет. Постепенно снижается численность сапрофитов и азотфиксаторов, исчезают автотрофы цикла серы и цианобактерии, появляются нитрифицирующие бактерии.

Ключевые слова: затопленные экотоксиканты, саркофаг, экологическое состояние, Черное море

L.L. Smirnova

Research Center "State oceanarium", Sevastopol, Ukraine

MICROBIOTA OF THE MARINE GROUND STRATIFICATIONS AS INDICATOR OF THEIR CONTAMINATION BY TAILINGS OF CHEMICAL POISONOUS MATTERS

Chemical toxicant dumpsites into the Black Sea shelf isolate by sarcophag. Microbiota characteristics of clean marine sediments occur within 3 years there. Autotrophs of sulfur cycle and cyanobacteria disappear, the number of saprophytes and nitrogen-fixing bacteria decrease gradually and nitrifying bacteria appear.

Key words: ecotoxicants flooded, sarcophagus, ecological state, Black sea

УДК [597.556:591.5] [210.7.262.5.477.74.043.5]

С.М. СНИГІРЬОВ, В.І. МЕДІНЕЦЬ, О.М. АБАКУМОВ

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

пров. Маяковського 7, Одеса 65082, Україна

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ІХТІОФАУНИ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ У 2004-2009 РР.

Наведено результати досліджень видового складу іхтіофауни прибережної акваторії острова Зміїний у 2003–2009 рр. Проаналізовано індекси видового різноманіття риб. Обговорюються тенденції зміни біорізноманіття іхтіофауни в прибережних водах острова Зміїний за останні 6 років та ймовірні причини змін, що спостерігаються.

Ключові слова: іхтіофауна, різноманітність, о. Зміїний, Чорне море

Дослідження останніх років [4] показали, що прибережні води біля острова Зміїний, де знаходиться зоологічний заказник державного значення, є унікальними за біорізноманіттям гідробіонтів. Вжиті протягом останніх роки заходи з розвитку інфраструктури острова Зміїний ставлять на перший план проблему збереження унікального біологічного різноманіття прибережної екосистеми, однією з найважливіших складових якої є іхтіофауна.

Мета цієї роботи – визначити тенденції змін різноманіття іхтіофауни прибережних вод о. Зміїний за результатами досліджень, проведених на науково-дослідній станції «Острів Зміїний» Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова у 2004–2009 рр.

Матеріал і методи досліджень

Методи лову і визначення видового складу риб, що використовувалися, детально викладено в [4]. Вивчено прибережну акваторію загальною площею близько 2,0 км²; проаналізовано понад 360 сітних уловів риби.

Для кількісної оцінки різноманіття іхтіофауни використовували такі показники: показник видового багатства за Маргалєфом [9], індекс загального різноманіття Шеннона [3, 9], індекс вирівняності Пієлу [3, 9].

Статистичну обробку проводили на персональному комп'ютері з використанням програмного пакету STATISICA 6.

Результати досліджень та їх обговорення

Всього в період з 2004 р. до 2009 р. у прибережних водах острова було зареєстровано 50 видів риб, що належать до 12 родин, 30 сімейств і 41 роду [5]. Аналіз видового складу іхтіофауни показав, що 64% приострівної іхтіофауни (32 види) є рідкісними видами та такими, що охороняються (11 видів риб включено до Червоної книги України [10], 14 видів – до Червоної книги Чорного моря [11], 8 – охороняються Бернською конвенцією [1], 14 – Бухарестською конвенцією [2], 5 видів занесені до Червоного списку IUCN [12]. Рідкісні і охоронювані види риб представлені загонами Perciformes (16 видів), Syngnathiformes (5), Acipenseriformes (2) (Scorpaeniformes (2), Gobiesociformes (2) Beloniformes (1) і Pleuronectiformes (1).

Аналіз отриманих нами результатів показав, що, хоча досліджувана зона прибережних вод о. Зміїний за площею становила лише 2 км², кількість зафіксованих поблизу острова риб становить близько 68% від кількості видів, які мешкають в Придунайському районі Чорного моря [5]. При

цьому кількість рідкісних і зникаючих видів риб у прибережних водах острова Зміїний становить 32 види або біля 85% всіх видів риб, що охороняються в Чорному морі [4].

Враховуючи незначну площу о. Зміїний, унікальна екосистема прибережних вод є чутливою до незначного збільшення антропогенного навантаження в приострівній акваторії, що в останні роки відчутно призводить до зниження показників різноманіття іхтіофауни (рис.1). При цьому чисельність рідкісних і охоронюваних видів риб також знижується.

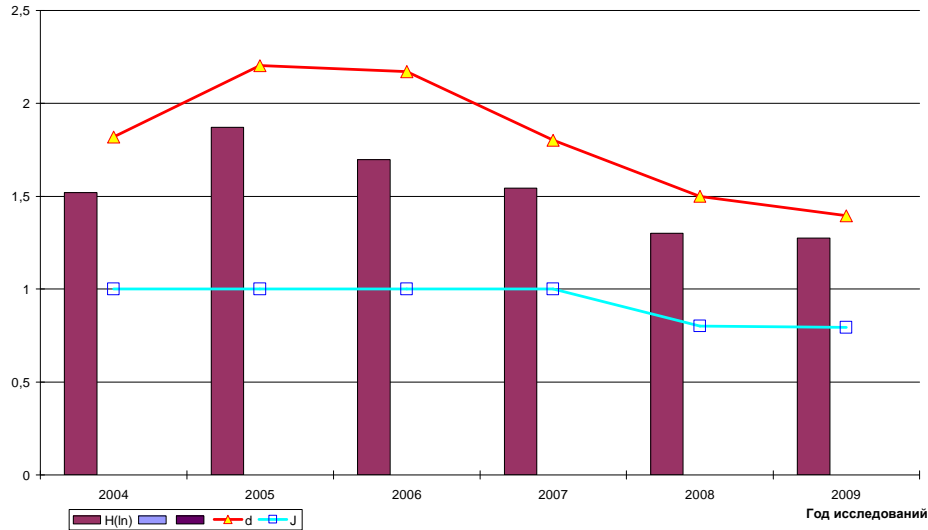


Рис. 1. Індеси видового різноманіття іхтіофауни (за чисельністю) акваторії острова Зміїний у період з 2004 по 2009 рр.; H(ln) – індеси загального різноманіття Шеннона, обчислені за натуральними логарифмами; d – показник видового багатства за Маргалєфом; J – індес вирівняності Пієлу

Аналіз розподілу величин індесів різноманіття у 2004–2009 рр. показав, що протягом останніх 6 років усі вони значно зменшились: показник видового багатства за Маргалєфом майже в 2 рази, індес вирівняності Пієлу – в 1,3 рази, індес видового різноманіття за Шенноном – в 1,5 рази. Зменшення значень всіх вищенаведених показників свідчить про погіршення якості морського середовища в районі острова.

Тенденції до зниження біорізноманіття іхтіофауни в акваторії острова простежуються і на кривих домінування–різноманіття (рис. 2).

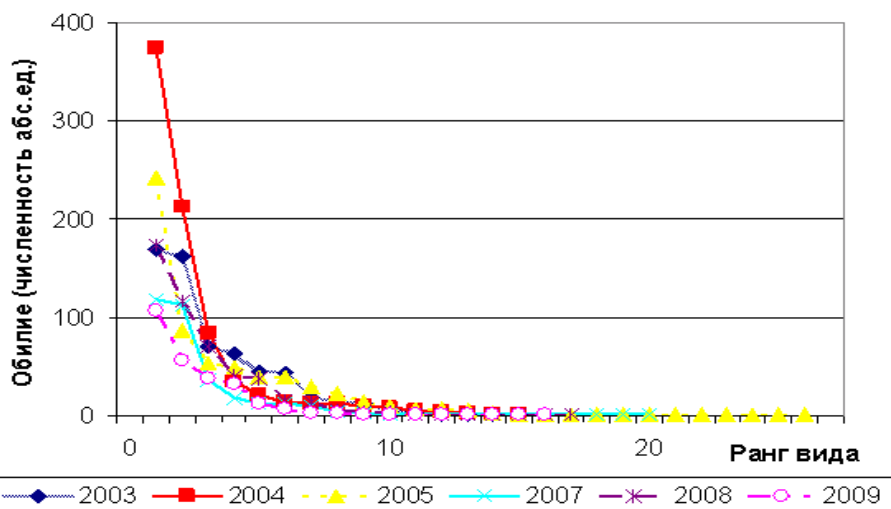


Рис. 2. Динаміка різноманіття іхтіофауни (за чисельністю) акваторії острова Зміїний в період з 2004 р. до 2009 р.

Аналіз даних, представлених на рис. 2, показує що різноманіття іхтіофауни в акваторії острова за весь період досліджень поступово зменшується, досягнувши мінімуму в 2009 році.

Висновки

Реальним сценарієм відновлення унікального різноманіття іхтіофауни є заборона будь-якої діяльності в прибережних водах о. Зміїний і суворе дотримання режиму заказника загальнодержавного значення, а також створення на о. Зміїний спеціалізованої наукової високотехнологічної лабораторії з відновлення рідкісних та зникаючих видів іхтіофауни, де не тільки зберігався би їхній генофонд, але також відпрацьовувалися б методики штучного розведення. При цьому, враховуючи географічне розташування о. Зміїний, реальним і актуальним уявляється його використання для відновлення генофонду всієї західної частини Чорного моря в інтересах причорноморських країн із залученням міжнародного наукового співтовариства.

1. Конвенция о сохранении животного мира и природной среды обитания в Европе. Берн, 19.09.1979. – Режим доступа: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Word/104.doc>
2. Конвенция о защите Черного моря от загрязнения. Бухарест, 21.04.1992. – Режим доступа: <http://www.unep.ch/regionalseas/main/blacksea/bsconv.html>
3. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 743 с.
4. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод : монографія / В.А. Сминтина, В.І. Медінець, І.О. Сучков, Н.О. [і ін.] ; відп. ред. В.І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – XII. – 228 с
5. Снигирев С.М. Ихтиофауна прибрежных вод острова Змеиный / С.М. Снигирев // Вісник Одеськ. нац. ун-ту. – 2008. – Т. 13, вип. 4 (Біологія). – С. 115–124.
6. Фауна України. В 40-а т. Т. 8. Риби. Вип. 4. Окунеподібні: окуневидні, губаньовидні, драконовидні, собачковидні, піщанковидні, ліровидні, скумбрієвидні. / А.Я. Щербуха. – К.: Наук. думка, 1982. – 384 с.
7. Фауна України. В 40-а т. Вип. 5. Окунеобразные (бычковидные), скорпенообразные, камбалообразные, присоскообразные, удильщикообразные. / А.И. Смирнов. – К.: Наук. думка, 1986. – 320 с.
8. Фауна України. В 40-а т. Т. 8. Рыбы. Вип. 3. Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, саргановые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиевые, зеусовые, сфиреновые, кефалевые, атериновые, ошибневые. / Ю.В. Мовчан. – К.: Наук. думка, 1988. – 368 с.
9. Федоров В.Д. Экология / Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.
10. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І.А. Акімова — К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 600 с.
11. Black Sea Red Data Book / [Ed. by H. J. Dumont]. – New York: United Nations Office for Project Services, 1999. – 413 p.
12. IUCN Red List of threatened animals. Intern. Union of Conservation of Nature and Natural Resources. – USA. Printed by Kervin press, 1996. – 368 p.

С.М. Снигирев, В.І. Медінець, А.Н. Абакумов

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД о. ЗМЕИНЫЙ В 2003–2009 гг.

Представлены результаты исследований видового состава ихтиофауны прибрежной акватории острова Змеиный 2003–2009 гг. Проанализированы индексы видового разнообразия рыб. Обсуждаются тенденции изменения биоразнообразия ихтиофауны в прибрежных водах острова Змеиный за последние 6 лет и вероятные причины наблюдаемых изменений.

Ключевые слова: ихтиофауна, разнообразие, остров Змеиный (Черное море)

S.M. Snigirov, V.I. Medinets, A.N. Abakumov

Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

ICHTHYOFAUNA DIVERSITY IN THE COASTAL WATERS OF THE ZMIINYI ISLAND IN 2003–2009

Results of fish species composition studies in the coastal waters of the Zmiinyi Island in 2003–2009 are presented. Indices of fish species diversity are analyzed. Trends of fish biodiversity changes in the Zmiinyi Island coastal waters during last 6 years are discussed as well as possible reasons of the changes observed.

Key words: ichthyofauna, biodiversity, Zmiinyi Island (Black Sea)

УДК 582.26 (262.5)

А.А. СНИГИРЕВА¹, Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ²

¹Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Шампанский пер., 2, Одесса 65058, Украина

²Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МИКРОФЛОРУ ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Изучено влияние рефулирования песка на формирование фитопсаммона побережья Одесского залива (Черное море) в 2007–2008 гг. В результате выявлено стимулирующее воздействие мелких фракций грунта, повышенного содержания биогенных и органических веществ на развитие микроводорослей.

Ключевые слова: микроводоросли, псаммон, гранулометрия, берегоукрепительные работы, Черное море

Морское песчаное побережье как контактная зона “берег–море” характеризуется рядом специфических условий, которые в совокупности оказывают стимулирующее воздействие на организмы интерстициали [3]. Наиболее важными для формирования псаммофильного сообщества среди абиотических факторов являются: содержание биогенных веществ, температура, соленость, волновая активность и др. При этом гранулометрический состав песка является одним из ведущих факторов, обуславливающих развитие микроводорослей этого биотопа [8]. Ранние исследования фитопсаммона побережья Черного моря свидетельствуют о чрезвычайно богатом видовом составе микроскопических водорослей [5].

Для побережья Одесского залива характерны постоянные абразионные процессы, приводящие к размыву берега и оползням. В 1960-х гг. была проведена установка системы траверсов и волноломов, защищающих берег от волнового воздействия. Дополнительной мерой стабилизации оползневых процессов является пригрузка берегового склона песком [6]. Подобные работы по рефулированию (отсыпке) песка на побережье Одесского залива проводились в октябре 2007 года. В результате ширина большинства пляжей увеличилась на 10-15 м. Песок для восстановительных работ брался с Одесской банки, находящейся на удалении 20-27 км от берега, и характеризовался значительно более мелкими размерами песчинок.

Цель работы – оценить последствия отсыпки песка на Одесские пляжи.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в сентябре 2007г. и 2008 г. на 13 станциях с намытым песком и 3 контрольных станциях, на которых отсыпку песка не проводили.

Пробы псаммона собирали трубкой площадью сечения 5,3 см² на расстоянии 1 м от уреза воды. Микроводоросли изучали в поверхностном 2-х см слое песка [1]. Для определения гранулометрического состава грунта рассчитывали модуль крупности песка (Mdk) по [3].

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате берегоукрепительных работ при рефулировании песка его гранулометрический состав значительно уменьшился (рис. 1). На контрольных станциях значения Mdk в среднем изменялись на 43,3% (в пределах от 1,5 Mdk до 3,5 Mdk), тогда как во всех остальных районах после намыва песка этот показатель уменьшился в среднем на 52,5% (от 1,4 Mdk до 5,3 Mdk).

Общая численность микроводорослей до берегоукрепительных работ на всех станциях была практически одинаковой. В 2007 г. она составляла 67·10³ кл./см³ на станциях, где в 2008 г. отсыпался песок, и 64·10³ кл./см³ на контрольных станциях. В 2008 г. на станциях с намытым песком численность фитопсаммона в среднем увеличилась в 1,5, а на контрольных станциях уменьшилась в 2,0 раза, и составила 99·10³ кл./см³ и 33·10³ кл./см³ соответственно.

Рефулирование грунта при берегозащитных мероприятиях привело к гибели с одной стороны гидробионтов, вывезенных с песком, взятом на Одесской банке, с другой – обитателей песчаных пляжей Одесского побережья, оказавшихся засыпанными песком. Именно данный факт стал причиной резкого увеличения содержания биогенных и растворенных органических веществ в

поровых водах песчаных пляжей [4], что повлияло на увеличение общей численности водорослей по сравнению с предыдущим годом.

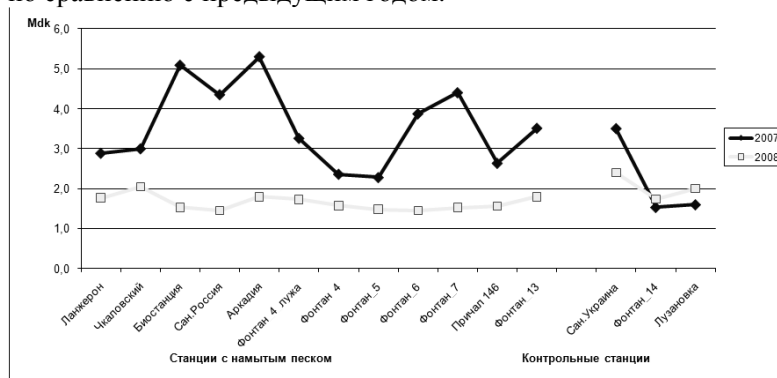


Рис. 1.
Гранулометрический состав песка пляжей Одесского залива до (2007 г.) и после (2008 г.) рефулирования песка

Для контрольных станций 2008 г. характеризовался, по-видимому, низкой трофностью, о чем свидетельствует понижение численности фитопсаммона. При сопоставлении численности микроводорослей на станциях, где проводилась отсыпка песка, с контрольными, можно констатировать трехкратное увеличение численности фитопсаммона в районе рефулирования песка.

Анализ количественных изменений в развитии отдельных таксономических групп микроводорослей позволяет внести некоторые уточнения. Возросла численность представителей отделов криптофитовых и динофитовых водорослей, относящихся к миксотрофам, способных к преимущественному использованию растворенного органического вещества (РОВ) при его избытке (рис. 2). Их доля в среднем увеличилась здесь в 6,0 раз. Численность динофитовых водорослей изменялась в пределах от 1 кл./см³ до 4·10³ кл./см³ в 2007 г. и от 1 до 36·10³ кл./см³ в 2008 году. Диапазон численности криптофитовых колебался от 1 кл./см³ до 31·10³ кл./см³ в 2007 г. и от 7 кл./см³ до 50·10³ кл./см³ в 2008 г.

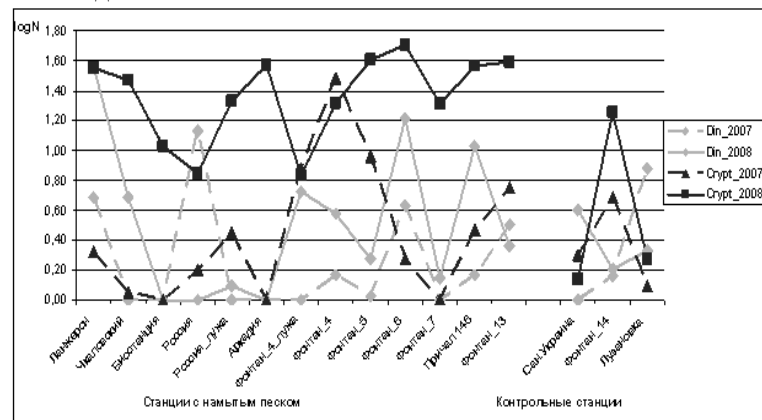


Рис. 2.
Распределение миксотрофных водорослей в псаммоне в 2007–2008 гг.

На контрольных станциях вклад динофитовых и криптофитовых водорослей был меньше. При этом численность динофлагеллят уменьшилась в 3 раза (от 3·10³ кл./см³ в 2007 г. до 1·10³ кл./см³ в 2008 г.), а криптофитовых – увеличилась (от 2·10³ кл./см³ до 7·10³ кл./см³).

Появление в фитопсаммоне динофитовых (преимущественно представителей родов *Prorocentrum*, *Gymnodinium*) и криптофитовых (рода *Cryptomonas*) указывает на перестройку в альгологическом сообществе, и связано с изменениями гидрохимических показателей (повышением содержания легкоусвояемой органики, биогенных веществ) [2].

Динофлагелляты первыми реагируют на повышение РОВ в воде [7, 9], из чего можно заключить, что эта группа является более чувствительным индикатором органического загрязнения. В этой связи при сравнении данных с контрольными особое внимание было обращено на динофитовые водоросли.

Особенностью 2008 г. было снижение содержания органического вещества на границе “берег–море”, о чем свидетельствует трехкратное сокращение динофитовых водорослей. Морская вода с низкотрофными характеристиками, омывая пляжи с повышенным содержанием РОВ из-за разложения гидробионтов в результате рефулирования песка, вызвала разбавление органического загрязнения. Таким образом, общий эффект берегоукрепительных работ на численность динофитовых, с учетом контрольных станций, мог бы составить увеличение не в 6, а в 18 раз.

Динамика количественного распределения синезеленых водорослей также свидетельствует о повышенном содержании органического вещества на искусственно намываемых пляжах, несмотря на общее снижение содержания РОВ в море осенью 2008 г. Их численность на нетронутых пляжах практически не изменилась, тогда как на пляжах с намывом песка увеличилась в 3 раза. Максимальная численность синезеленых водорослей на искусственно намываемых пляжах составляла $23 \cdot 10^3$ кл./см³ (54,0 %) в 2007 г. и $65 \cdot 10^3$ кл./см³ (52,0 %) в 2008 г., а на нетронутых пляжах достигала $14 \cdot 10^3$ кл./см³ (9,0 %) в 2007 году и $25 \cdot 10^3$ кл./см³ (37,0 %) в 2008 г.

На всех изученных станциях преобладали диатомовые водоросли, которые являются типичными обитателями фитопсаммона [5]. Однако их численность в районе намыва песка была ниже, чем в других регионах, и составляла здесь в среднем 30,0%, а на контрольных станциях – 45,0%. При детальном анализе распределения численности диатомей на измененных пляжах, отмечается их более сложная реакция на намыв песка, по сравнению с другими группами. На станциях в районе Большого Фонтана наблюдается снижение численности диатомовых (рис. 3). В 2007 г. она варьировала от 3 кл./см³ до $1240 \cdot 10^3$ кл./см³, а в 2008 г. – от 17 кл./см³ до $112 \cdot 10^3$ кл./см³. На станциях, относящихся к другой части Одесского залива, их доля увеличилась и изменялась в пределах от 1 кл./см³ до $82 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2007 г. и от 16 кл./см³ до $145 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2008 году. На контрольных станциях численность диатомовых изменялась в пределах от 2 кл./см³ до $130 \cdot 10^3$ кл./см³ в 2007–2008 гг., что составляло 37,0–85,0% от общей численности микроводорослей.

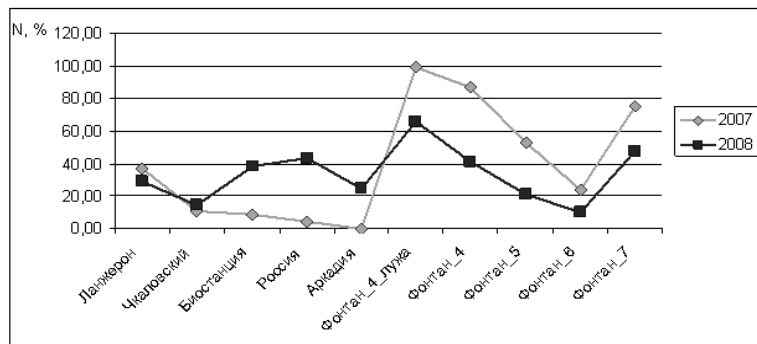


Рис. 3.
Розподілення
диатомових
водорослей в
псаммоне в 2007–
2008 гг.

В результате корреляционного анализа установлено, что до намыва песка между численностью микроводорослей и гранулометрическим составом песка (диапазон размера песчинок от 2,3 Mdk до 5,3 Mdk) наблюдается отрицательная корреляция ($k=-0,8$). Однако после рефулирования песка, в результате чего уменьшился размер песчинок до 1,4–2,0 Mdk, эта зависимость изменяется на противоположную ($k=0,4$). Для численности микроводорослей на контрольных станциях характер связи не изменяется в 2007–2008 гг. ($k=-0,7$ и $-0,9$ соответственно).

Для различных групп микроводорослей наблюдается разная взаимосвязь с размерами песчинок. Так, численность миксотрофных и синезеленых водорослей имеет обратную связь с гранулометрическим составом грунта ($k=-0,6$ и $-0,4$ соответственно). Для остальных групп микроводорослей характерна прямая связь ($k=0,6$). Преобладание на песчаных пляжах более мелких фракций грунта содействует накоплению органического вещества [4] и, по-видимому, представляет собой более благоприятную среду для развития определенных представителей фитопсаммона.

Выводы

Таким образом, в результате берегоукрепительных работ на пляжах Одесского залива наблюдается трехкратное увеличение общей численности микроводорослей. В результате стимулирующего воздействия биогенных элементов и увеличения содержания органического вещества в микрофлоре псаммона увеличился вклад динофитовых, криптофитовых и синезеленых водорослей. Данные корреляционного анализа позволяют заключить, что мелкозернистый песок (1,4–2,0 Mdk) соответствует оптимуму для развития динофитовых, криптофитовых и синезеленых водорослей.

1. Александров Б.Г. К проблеме изучения микроводорослей песчаной супралиторали / Александров Б.Г., Тарасенко А.А. // Мат. XII з'їзду укр. ботан. Товариства. 15–18 травня 2006, Одеса. – Одеса, 2006. – С. 186.
2. Баринова С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 499 с.
3. Воробьева Л.В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л.В. Воробьева, Ю.П. Зайцев, И.И. Кулакова. – К.: Наук. думка, 1992. – 141 с.

4. Гаркуша О.П. Влияние поровой воды на развитие микроводорослей песчаных пляжей Одесского побережья / О.П. Гаркуша // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 34–39.
5. Гусяков Н.Е. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря и сопредельных водоемов : дисс. ... докт. биол. наук. / Н.Е. Гусяков. – Одесса, 2002. – 355 с.
6. Зизак В.П. Разработка проекта на пополнение пляжей песком с целью их восстановления / Зизак В.П., Коновалова Т.А. – Одесса, 2007. – 17 с.
7. Рябушко Л.И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна / Л.И. Рябушко. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 288 с.
8. Тарасенко А.А. Влияние физико-химических факторов на количественные характеристики микроводорослей песчаных пляжей г. Одессы / Тарасенко А.А., Александров Б.Г. // Современные проблемы альгологии : мат. межд. научн. конф. и VII Школы по морской биологии. 9–13 июня 2008, Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – С. 347–350.
9. Теренько Г.В. Видовое разнообразие динофлагеллят (Dinophlagellata) северо-западной части Черного моря в современных условиях / Г.В. Теренько // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное изучение ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – №1 (6). – С. 317–326.

А.А. Снігірьова¹, Б.Г. Александров²

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

²Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

ВПЛИВ РОБІТ З БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ НА МІКРОФЛОРУ УЗБЕРЕЖЖЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Вивчено вплив рефулювання піску на формування фітопсамону узбережжя Одеської затоки (Чорне море) у 2007–2008 рр. Як наслідок було виявлено стимулюючий вплив дрібних фракцій ґрунту, підвищений склад біогенних та органічних речовин на розвиток микроводоростей.

Ключові слова: микроводорості, псаммон, гранулометрія, берегоукріплювальні роботи, Чорне море

A.A. Snigireva¹, B.G. Aleksandrov²

¹Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

²Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

INFLUENCE OF COAST-PROTECTING WORKS ON MICROFLORA OF COAST OF ODESSA GULF (BLACK SEA)

Influence of shore protection on formation of phytopsammon of Odessa Bay coast (the Black Sea) was studied in 2007–2008. As a result a stimulating effect on development of microalgae of fine sand fractions, content of biogens and organic substance was revealed.

Key words: phytopsammon, granulometry, coast-protecting works, Black sea

УДК 658:504(262.5)

Є.В. СОКОЛОВ

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАКРИТОГО ТИПУ НА ПРИКЛАДІ ДОФІНІВСЬКОГО ЛИМАНУ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧЕРНОМОР'Я)

Розглянуті проблеми і розроблені рекомендації з оптимізації гідроекологічних умов прибережних екосистем закритого типу на прикладі Дофінівського лиману. Показана необхідність регулярного моніторингу та екологічного менеджменту.

Ключові слова: прибережні екосистеми, гідроекологічні умови, екологічний менеджмент, Дофінівський лиман

Лиманні комплекси північно-західного Причорномор'я є крайовими екосистемами, що мають ефект екотону. У таких екосистемах спостерігається висока біопродуктивність і видова різноманітність, вони є перспективними для вирощування аквакультури, рибного промислу, а також для інших видів

господарської діяльності (порти, рекреаційні акваторії тощо). Проте такі екосистеми є нестійкими у зв'язку з специфічними умовами (невелика глибина, низькі значення співвідношення V/S, застійний гідрологічний режим, значна ступінь прогріву води, висока небезпека евтрофування тощо). Це обумовлює підвищену флуктуацію, (варіабельність) параметрів абіотичного середовища і знижує стійкість екологічної структури екосистеми. Найбільше екологічно уразливими до антропогенного втручання є закриті лимани північно–західного Причорномор'я з порушеною гідродинамікою, такі як: Дофинівський, Куяльницький, Тузловські лимани та ін. Тому такі гідроекосистеми найбільше потребують комплексної екологічної оцінки й захисту. Значне погіршення екологічного стану прибережних екосистем, багато в чому пов'язане з відсутністю правового юридичного захисту таких природних комплексів. На жаль до цього часу не розроблено єдиної методики діагностичної оцінки і відповідних алгоритмів екологічного менеджменту для вразливих прибережних екосистем, які б могли використовуватися на рівні державних служб контролю та органів місцевого самоврядування для оцінки й керування екологічним станом лиманів.

Мета роботи: на основі цілісного підходу проаналізувати причини деградації прибережних екосистем закритого типу на прикладі Дофинівського лиману та розробити рекомендації з його відновлення.

Матеріал і методи досліджень

В основу роботи увійшли спостереження, виконані в період 2007–2010 рр.

Морфометричні параметри басейну Дофинівського лимана були визначені за допомогою програми Google Earth. Гідрометричні параметри визначалися за допомогою солеміра ГМ 65, поверхневого термометра в оправі Шпінгlera, гідрометричної вертушки, оптичного нівеліра. Розчинений кисень визначався за методикою Вінклера.

Результати досліджень та їх обговорення

Одним з яскравих прикладів екологічної деградації прибережних екосистем північно–західного Причорномор'я є Дофинівський лиман. Він розташований у північно-західному Причорномор'ї на 8 км до сходу від Одеси у Комінтернівському районі між селами Вапнярка і Нова Дофинівка. Лиман складається з двох басейнів: малого й великого, які з'єднуються протокою шириною 150 м. Лиман має незначні морфометричні параметри. Він мілководний, середня глибина великого басейну при рівні –0,3 м БС становить 0,5 м, малого басейну – 0,3 м. У маловодні роки ці значення зменшуються [4]. Відношення обсягу лиману до площі водного дзеркала (V/S), становить 0,74. Для порівняння, у Тилігульського лиману це співвідношення становить 12,5 [3]. Така морфометрія лиману сприяє швидкому прогріванню й охолодженню водної маси, а також приводить до значної варіабельності гідрофізичних, гідрохімічних і продукційних процесів, нестабільності біологічної структури водойми.

До 1997 р. лиман періодично з'єднувався з морем природним шляхом через канал у піщаному пересипі, який утворювався під час паводків. Однак канал швидко заносився піском, і зв'язок лиману з морем переривався. Крім того, гідрологічний режим лиману зазнав змін в результаті антропогенного втручання. Ріки, що впадають у лиман (Великий Аджалик і Глибока) були адамбовані й верхів'я лиману значно обміліло [4]. Велика кількість розораних земель на водозбірному басейні призвела до скорочення поверхневого стоку в результаті інфільтрації води в ґрунтові горизонти. Значне порушення природного гідрологічного режиму лиману викликало ще більше його обміління й засолення. У 1993–1994 рр. в результаті інтенсивного випару в літній період, площа водного дзеркала лиману скоротилася більш, ніж на чверть, а максимальне значення солоності досягло 94‰.

У 1997 р. фермерським господарством «Схід» на лимані була створена гідротехнічна споруда, що забезпечує водообмін з морем. Лиману був наданий статус спеціального товарного рибного господарства (СТРГ). Гідротехнічна споруда складається з лотково-шлюзного каналу, по якому заходить риба, і трубопроводу, прокладеного під піщаним пересипом між лиманом і морем. Водообмін відбувається за рахунок перепаду рівнів між лиманом і морем і регулюється штучно. Згідно розрахунку пропускна потужність труби становить 100 тис. м³ води за добу [4]. Пропускна потужність лотково–шлюзного каналу становить 191808 м³ за добу. Однак, гідротехнічна споруда швидко заноситься піском, що перешкоджає водообміну. Тому необхідний регулярний менеджмент гідрологічного режиму, що не завжди виконується. Влітку 2008–2009 рр. під впливом високих температурах, малої кількості атмосферних опадів, утрудненого водообміну лиману з морем, значно скорочувалася площа північної частини (малого басейну): 20 березня 2006 р. вона становила 1520 м², а 29 серпня 2008 р. в результаті інтенсивного випару скоротилася до 1070 м², тобто майже на третину. Рівень лиману 6 липня 2008 р. склав – 0,38 м БС. Солоність у північній частині лиману

становила 46,212‰, температура води –29,8°C. У південній частині – 29,29‰ і 24,2°C відповідно. При цьому, в морі солоність складала 16,27‰, а температура 20,0°C. Тому водообмін лиману з морем особливо необхідний у літній час, коли морська вода становить 52,8 % прибуткової частини водного балансу [4]. У травні 2010 р. був відкритий лотково- шлюзний канал. 17 травня 2010 р. вода по каналу надходила в лиман об'ємом 0,604 м³/с – 52185 м³/доба. Витрата води по трубопроводу складала 0,169 м³/з – 14601,6 м³/доба. Вода, що надходила в лиман, мала солоність 12,68‰, вміст розчиненого кисню – 14,89 мг/дм³, температуру води – 17,4°C. Рівень лиману піднявся порівняно з сатном на 28 січня 2010 р. на 27 см і складав 2 см БС, солоність лиману становила 19,3‰, вміст розчиненого кисню – 10,76 мг/дм³ при температурі води 18,6°C. Надходження води в такому обсязі дозволяє стабілізувати водно-сольовий і гідрохімічний режим лиману, поліпшити кисневі умови, знизити швидкість продукційного процесу.

Гідрохімічний режим лиману так само значно антропогенно навантажений у результаті: великої кількості розораних земель, городніх на водозбірній площі; неочищених комунально-побутових і промислових стоків (Кулиндоровський промисловий вузол); смітників по берегах лиману; відсутності каналізаційної системи в населених пунктах (с. Новодофинівка, Вапнярка); порушення природного гідрологічного режиму. Це призводить до забруднення лиману неспецифічними для нього сполуками, нагромадженню алохтонної біогенної речовини на дні. У літній час при штильовій погоді й відсутності зв'язку з морем вміст кисню в придонному шарі може знижуватися до 10–20% насичення, що пов'язано з витратою кисню на деструкційні процеси і є ознакою гіпоксії [1]. Улітку 2008–2009 рр. у нічні години при штильовій погоді відбувалися масові замори риби.

Антропогенний вплив виявився реакцією біологічного компонента екосистеми в прискоренні продукційних процесів, спрощенні біологічної структури, порушенні замкнутості біотичного кругообігу. Так, значення валової продукції фітопланктону в лимані може досягати 99500 мг/м³. При цьому він представлений 38 видами. Для порівняння, біомаса фітопланктону Григор'євського лиману досягає 1855 мг/м³ і представлена 235 видами. Спрощена біологічна структура й висока щільність угруповань свідчить про інтенсифікацію гідрохімічних процесів. Для лиману характерні високі концентрації фотосинтетичних пігментів. Середньорічна величина хлорофілу *a* становить – 9,60 мг•м⁻³ [3]. Відношення біомаси планктонів до біомаси бентосу дорівнює 0,1, що є дуже низьким значенням [2].

Висновки

На підставі проведеної роботи для відновлення й підтримки стабільного екологічного стану Дофинівського лиману рекомендується такі заходи екологічного менеджменту:

- відновлення регулярного водообміну лиману з морем (фінансова підтримка органами місцевого самоврядування діючих гідротехнічних спорудження ФГ «Схід»);
- відновлення річок, що впадають в лиман (розробка спеціальної програми меліорації малих рік на рівні Одеської Обласної ради народних депутатів);
- зниження трофності лиману (технології біоплато й марикультури);
- контроль за якістю стоку схилу в місцях його вступу;
- проведення днопоглиблювальних робіт на частині акваторії лиману;
- збільшення водних живих ресурсів в лимані;
- дотримання санітарно-захисної зони й нормативів ГДК для рибогосподарських водойм (контроль з боку органів місцевого самоврядування Одеської області й Комінтерновського району);
- регулярний моніторинг за станом лиману, контроль з боку органів місцевого самоврядування Одеської області й Комінтерновського району).

Для стабілізації гідроекологічних умов лиманів закритого типу потрібний регулярний водообмін з морем, контроль стоку на водозбірному басейні і відновлення природної флори і фауни.

1. *Адобовский В.В.* Природный механизм восстановления гидрологических условий лиманов с ограниченным водообменом / В.В. Адобовский // 36. наук. статей до Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря». – Одеса, ОЦНТЕП, ОНЮА. – 2003. – Вип. 5. – С. 3–7.
2. *Александров Б.Г.* Сравнительная характеристика состояния водных экосистем Азово-Черноморского экологического коридора в пределах Украины / Б.Г. Александров // 36. наук. статей до Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря». 30-31 жовтня 2008, Одеса. / відп. ред. В.М. Небрат. – Одеса: Інноваційно-інформаційний центр «ІНБАЦ», 2008 р. – С. 3–7

3. *Северо-западная часть Чёрного моря* // Биология и экология // Под ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. – К: Наук. думка, 2006. – С 408–615.
4. *Тучковенко Ю.С.* Регулирование гидроэкологического режима Дофиновского лимана / Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко, В.В. Адобовський // Одеський державний екологічний університет. Гідрометеорологічний щорічник. – 2008. – Вип. 3. – С. 124–146.

Е.В. Соколов

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАКРЫТОГО ТИПА НА ПРИМЕРЕ ДОФИНОВСКОГО ЛИМАНА (СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ)

В работе рассмотрены проблемы и разработаны рекомендации по улучшению гидроэкологических условий прибрежных экосистем закрытого типа на примере Дофиновского лимана. Показана необходимость регулярного мониторинга и экологического менеджмента.

Ключевые слова: прибрежные экосистемы, гидроэкологические условия, экологический менеджмент, Дофиновский лиман

E.V. Sokolov

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

ECOLOGICAL MANAGEMENT OF COASTAL ECOSYSTEMS OF THE CLOSED TYPE AS DOFINOVSKY ESTUARY (NORTHWESTERN BLACK SEA COAST)

The problems have been considered and the recommendations have been elaborated on improving the hydrological conditions of closed coastal systems as the Dofinovsky estuary. The need for regular monitoring and ecological management has been shown.

Key words: off-shore ecosystems, hydrological conditions, ecological management, Dofinivskiy estuary

УДК 597.2/.5:612.22:591.1:577.12

А.А. СОЛДАТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ МОРСКИХ РЫБ И ПРИНЦИПЫ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ

Исследовано состояние систем кислородного обеспечения, PO_2 в крови и скелетных мышцах морских рыб при различных условиях среды и состояниях организма. Рассматриваются механизмы развития и компенсации тканевой гипоксии. Обсуждаются общие принципы регуляции кислородного гомеостаза тканей у данной систематической группы организмов.

Ключевые слова: скелетные мышцы, напряжение кислорода, гипоксические состояния, морские рыбы

Кислород, выполняя функцию акцептора электронов в дыхательной цепи митохондрий, в конечном итоге определяет энергетический статус тканей и организма в целом. В условиях водной среды, где диффузия его протекает в 10000 раз менее эффективно в сравнении с воздухом, возникновение гипоксических состояний у гидробионтов становится более вероятным событием. Особенно это актуально для рыб, у которых энергетические траты на обмен превалируют над конструктивными процессами [9].

При характеристике кислородных режимов тканей обращают внимание на две группы параметров [1]: напряжение кислорода в артериальной (P_{aO_2}), венозной крови (P_{vO_2}) и тканевых структурах (P_{mO_2}); скорость транспорта кислорода кровью (V_{aO_2} , V_{vO_2}) и утилизации его тканями (V_{mO_2}). Первая группа параметров ответственна за скорости диффузии кислорода в тканевые структуры, а вторая определяет величины PO_2 в крови и тканях.

Сравнительно-физиологические аспекты. Сравнительная оценка показала, что величины P_{aO_2} и P_{vO_2} у млекопитающих и пелагических рыб были близкими (табл. 1). Несмотря на совпадение P_{aO_2} и P_{vO_2} , напряжение кислорода в мышцах (P_{mO_2}) рыб было более чем в 3 раза ниже. У донных видов

в сравнении с млекопитающими различия были еще более выражены и достигали 5-6 раз. Аналогичные данные получены и при сопоставлении P_{mO_2} рыб с рептилиями, амфибиями и птицами.

Столь низкое P_{mO_2} у рыб может быть обусловлено: высокой скоростью утилизации кислорода мышцами (V_{mO_2}) или низкой диффузионной способностью гемато-паренхиматозного барьера (D_{mO_2}). Величины массопереноса и утилизации кислорода (V_{aO_2} , V_{mO_2}) в мышцах рыб были сопоставимы или ниже, чем у млекопитающих (табл. 1). Поэтому первая причина, определяющая снижение тканевого PO_2 , должна быть исключена из рассмотрения.

Низкие диффузионные характеристики гемато-паренхиматозного барьера являются более вероятным объяснением выявленного феномена. Это отражает ряд фактов, полученных в настоящих исследованиях. Градиент PO_2 между кровью и мышцами у рыб был на 55–70% выше, чем у млекопитающих, что отражает напряженный характер диффузии газа в их тканях. Диффузионная способность мышц рыб (D_{mO_2}) была в 2–21 раз ниже (табл. 1). Величина гемодинамического эквивалента (HE) у рыб, напротив, оказалась в 2-8 раз выше. Это означает, что на извлечение адекватного объема кислорода рыбам требовался больший объем крови.

Таблица 1

Напряжение, массоперенос и утилизация кислорода в скелетных мышцах у различных групп позвоночных животных (состояние покоя) [1, 3–5, 7]

Виды организмов	P_aO_2 , гПа	P_vO_2 , гПа	P_{mO_2} , гПа	V_aO_2 , мл O_2 мин ⁻¹ 100 ⁻¹	V_mO_2 , мл O_2 мин ⁻¹ 100 ⁻¹	D_{mO_2} , мл O_2 мин ⁻¹ 100 ⁻¹ гПа ⁻¹
Млекопитающие						
Человек	120	53	36,2±1,9	0,8–1,0	0,257	0,010
Собака	122,3	53,5	36,4±1,6	–	–	–
Кролик	115,7±2,7	47,9±1,6	38,3±6,9	7,0–7,4	2,30±0,31	0,070±0,008
Кошка	121,3–143,4	52,1	40,3–47,6	0,5–1,0	0,3–0,8	0,013–0,020
Крысы	–	–	38,8±1,5	–	–	–
Афалина	95,5–113,0	43,9–49,2	53,2±6,9	1,7–2,4	0,72–0,90	0,057–0,071
Костистые рыбы (пелагические)						
Форель	90–100	45–47	–	–	–	–
Тунцы	90–115	–	–	–	–	–
Сингиль	110,8±3,3	47,5±2,0	10,3±0,26	0,556±0,013	0,146±0,012	0,00349±0,00012
Остронос	115,2±5,0	40,4±2,2	9,04±0,29	0,502±0,016	0,146±0,011	0,00333±0,00020
Пиленгас	98,4±5,4	34,4±1,8	11,1±0,19	0,656±0,022	0,187±0,016	0,00444±0,00055
Ставрида	126,3±3,6	37,7±1,1	12,3±0,17	0,989±0,020	0,271±0,012	0,00545±0,00087

Механизмы развития тканевой гипоксии. Низкая диффузионная способность мышечной ткани рыб по отношению к кислороду является основной причиной пониженных значений тканевого PO_2 , неустойчивости и малой эффективности процессов утилизации кислорода. Это делает данную ткань чувствительной ко многим факторам среды и состояниям организма. Анализ кислородного режима скелетных мышц морских рыб позволил определить группу процессов, ответственных за развитие тканевой гипоксии у данной систематической группы организмов.

Развитие артериальная гипоксемия отмечено у рыб не только в условиях внешней гипоксии, но и гиподинамии [2, 5]. Ограничение подвижности ухудшало газообмен в жаберной полости, особенно у высоко подвижных видов пелагических рыб, часто использующих таранный тип вентиляции. Низкая подвижность предполагает длительное нахождение организма в одном и том же объеме воды. Известно, что диффузия кислорода в воде ограничена. При отсутствии активного перемешивания уровень его быстро понижается. Существование в таких условиях фактически соответствует хроническим формам респираторной гипоксии и приводит к падению P_aO_2 .

В преднерестовый период и в условиях внешней гипоксии у рыб могут развиваться анемические состояния [5]. В обоих случаях происходит существенное понижение числа эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови. Преднерестовая анемия обусловлена старением эритроцитарной массы в виду нерегулярности эритропоэтических процессов в кроветворной ткани. Она дополняется развитием метгемоглобинемии. В условиях внешней гипоксии наблюдается свелинг и лизис части циркулирующих эритроцитов, снижающий кислородную емкость крови.

Гипоксемия морской среды часто сопровождается гидратацией мышечной ткани рыб, особенно у стеногалинных видов [5]. Это явление периодически отмечается также и на протяжении

годового цикла. Оно снижает диффузионную способность мышц по отношению к кислороду и приводит к уменьшению значений тканевого PO_2 .

Установлено, что тепловой эффект реакции оксигенации гемоглобина у ряда теплолюбивых рыб в условиях гипотермии может существенно повышаться [5]. Это определяется изменением характера взаимодействия белка с внутриклеточным микроокружением и приводит к чрезмерному росту сродства крови к кислороду. Последнее осложняет разрядку оксигемоглобина и сопровождается снижением тканевого PO_2 .

В условиях гипотермии сосуды мышц теплолюбивых рыб утрачивают способность активно реагировать на функциональные нагрузки, что связано с повышением содержания Ca^{2+} в мышечной ткани [5, 8]. Это приводит к неконтролируемой вазоконстрикции, снижению плотности капиллярной сети, росту диффузионных пространств и уменьшению тканевого PO_2 .

Механизмы компенсации тканевой гипоксии. Анализ гипоксических состояний организма рыб позволил выявить группу процессов компенсационного порядка. Некоторые из них развивались в относительно короткий промежуток времени (срочная компенсация), другие наблюдались спустя многие часы (длительная компенсация) (табл. 2).

Срочные механизмы компенсации: гиперемия, истощение кровяных депо, выявлены, в основном, у представителей пелагической ихтиофауны. Ранее показано, что резервы депо крови у них почти в 5 раз выше, чем у донных видов [5]. Гиперемия у рыб была выявлена в условиях внешней гипоксии. Однако она наблюдалась на фоне роста двигательной активности особей, которые пытались компенсировать дефицит кислорода напорной вентиляцией жаберной полости. Известно, что движение является основным фактором, вызывающим гиперемию скелетной мускулатуры у рыб [6]. Поэтому данную реакцию не следует рассматривать как компенсационную.

Таблица 2

Механизмы компенсации гипоксических состояний скелетных мышц рыб

Процесс	Функциональное назначение	Тип компенсации	Условия реализации
Истощение кровяных депо	Рост кислородной емкости крови	Срочный	Гипоксия, гипотермия
Гиперемия (на фоне роста подвижности)	Сокращение диффузионных расстояний. Рост объемного кровотока	Срочный	Гипоксия
Перестройка структуры гемоглобина	Повышение сродства крови к кислороду. Изменение ее чувствительности к рН	Длительный	Гиподинамия, гипоксия
Изменение уровня НТР в эритроцитах	Изменение сродства гемоглобина к кислороду	Длительный	Гипотермия
Повышение уровня терминальной группы цитохромов (аа ₃)	Связывание следовых количеств O_2 в мышечной ткани	Длительный	Гиподинамия, гипоксия, гипотермия, сезон
Возрастание содержания миоглобина в красных мышцах	Повышение диффузионной способности мышечной ткани	Длительный	Гипотермия
Возрастание тканевого уровня липидов. Снижение степени гидратации мышц	Повышение диффузионной способности мышечной ткани	Длительный	Гипотермия, сезон

Процессы, определяющие длительную компенсацию, развивались на уровне циркулирующих эритроцитов и мышечной ткани. В эритроцитах происходила направленная коррекция сродства гемоглобина к кислороду и чувствительности его к рН [5]. Это достигалось путем перестройки гетерогенной структуры белка или на основе изменения внутриклеточной концентрации нуклеотидтрифосфатов (НТР). В конечном итоге сродство к кислороду повышалось. Изменение чувствительности к рН было не однозначным. У донных видов она росла, а у пелагических падала. Первая стратегия облегчала разрядку оксигемоглобина на тканевом уровне, а вторая снижала зависимость процесса оксигенации и деоксигенации белков от рН. Выбор стратегии, по-видимому, определялся степенью плазменного ацидоза. У пелагических рыб он был выше.

В мышцах все изменения были направлены на увеличение диффузионной способности ткани по отношению к кислороду: рост содержания, миоглобина, липидов и снижение степени ее гидратации. Одновременно повышался уровень цитохромов, а дыхательная цепь приобретала гипоксический (нескомпенсированный) тип организации, что позволяло утилизировать следовые количества кислорода в ткани [4, 5].

Из представленных результатов видно, что коррекция кислородного режима скелетных мышц морских рыб в состоянии покоя реализуется в основном на молекулярном, а не функциональном уровне. Это допускает неустойчивость кислородного режима в данном типе ткани, так как адаптивная перестройка молекулярных систем является инерционным процессом и требует времени.

1. Березовский В.А. Напряжение кислорода в тканях животных и человека / В.А. Березовский. – К.: Наук. думка, 1975. – 276 с.
2. Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб / Л.Б. Кляшторин. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 168 с.
3. Солдатов А.А. Экспериментальное изучение распределения напряжения кислорода в мышечной ткани морских рыб / А.А. Солдатов // Журн. эволюц. биох. и физиол. – 1993. – Т. 26, № 5,6. – С. 656–659.
4. Солдатов А.А. Особенности организации цитохромных систем и кислородный режим скелетных мышц морских рыб / А.А. Солдатов // Укр. биох. журн. – 1998. – Т. 70, № 4. – С. 46–51.
5. Солдатов А.А. Метаболические механизмы адаптации морских рыб к гипоксическим состояниям : автореф. дисс. ... докт. биол. наук. 03.00.17 "Гидробиология" / А.А. Солдатов. – Киев, 2007. – 40 с.
6. Egginton S. The physiological response of Antarctic fishes to environmental and experimental stress / S. Egginton // Antarctic Fish: Ecol., lifestyle and adapt. evolution. Comparison with Arctic fish. Paris Soc. Francaise d'Ichtyol. (France). – 1997. – Vol. 21. – P. 415–421.
7. McKenzie D.J. The effects of sustained exercise and hypoxia upon oxygen tension in the red muscle of rainbow trout / D.J. McKenzie, S. Wong, D.J. Randall [et al.] // J. Exp. Biol. – 2004. – Vol. 207. – P. 3629–3637.
8. Russell M.J. Intracellular and extracellular calcium utilization during hypoxic vasoconstriction of cyclostome aortas / M.J. Russell, N.J. Pelaez, C.S. Packer [et al.] // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2001. – Vol. 281, N 5. – P. 1506–1513.
9. Shulman G.E. The Biochemical Ecology of Marine Fishes / Shulman G.E., Love R.M. // Adv. Mar. Biol. – 1999. – Vol.36. – 347 p.

О.О. Солдатов

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

КИСНЕВИЙ РЕЖИМ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ МОРСЬКИХ РИБ І ПРИНЦИПИ ЙОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ КОРЕКЦІЇ

Досліджено стан систем кисневого забезпечення, PO_2 у крові і скелетних м'язах морських риб за різних умов середовища і станів організму. Розглядаються механізми розвитку і компенсації тканинної гіпоксії. Обговорюються загальні принципи регуляції кисневого гомеостазу тканин у цієї систематичної групи організмів.

Ключові слова: скелетні м'язи, напруга кисню, гіпоксичні стани, морські риби

A.A. Soldatov

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

OXYGEN HOMEOSTASIS OF MUSCLE TISSUES OF MARINE FISHES AND PRINCIPLES OF ITS FUNCTIONAL CORRECTION

The state of oxygen system maintenance, blood and skeletal muscles PO_2 in marine fishes under deferent environmental conditions and functional organism state were investigated. The mechanisms of development and compensation of tissue hypoxia were considered. Total principles of regulation of tissue oxygen homeostasis in marine fishes were discussed.

Key words: skeletal muscles, oxygen tension, hypoxic state, marine fishes

УДК 594.1:574.58 (262.5)

О.В. СОЛОВЬЁВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ *MITILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. И *MYTILASTER LINEATUS* GMEL. НА КАМЕННОЙ НАБРОСКЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

Показано, что на каменной наброске гидротехнического сооружения (южный мол Севастопольской бухты, Чёрное море), распределение моллюсков *Mitilus Galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster Lineatus* Gmel. по глубинам определяется в большей степени количеством спата этих моллюсков в водной толще, а в меньшей – гидродинамическим воздействием.

Ключевые слова: мидии, митилиастеры, гидротехнические сооружения, каменная наброска

Результаты проведённых нами исследований митилидного обрастания мола Севастопольской бухты показали что, на каменной наброске (мраморовидном известняке) моллюски малочисленнее и меньших размеров, чем на бетонных тетраподах [4, 5]. Этот факт может быть обусловлен как условиями обитания моллюсков (например, гидродинамическим воздействием, кислородным режимом, обеспеченностью пищей и др.), так и пригодностью субстрата для оседания этих организмов. Возможно, каменная наброска обрастает хуже бетонных тетраподов из-за подвижности камней, которые могут переворачиваться и перемещаться движением воды. Если это так, то в верхнем горизонте наброски, наиболее подверженном действию волн, моллюски должны быть мельче и малочисленнее чем в нижележащих горизонтах. С другой стороны, на данном субстрате, судя по размеру мидий, который не превышает 30 мм [4, 5], их возраст составляет несколько месяцев. Из этого следует, что характеристики поселений моллюсков определяются преимущественно оседанием и выживанием молоди [3].

Цель работы – оценка влияния волнового воздействия и распределения великонх мидий и митилиастеров на численность и размерный состав митилидного обрастания каменной наброски.

Материал и методы исследований

Материал отбирали с поверхности каменной наброски, из которой сформирован южный мол Севастопольской бухты. Отбор проб осуществляли в 2005 г. ежеквартально (февраль, май, август и ноябрь) с глубин 1 м, 7 и 15 м. Камни с поверхности мола помещали в матерчатые мешки и поднимали на борт судна. В лаборатории с камней счищали обрастание и выделяли из него мидий и митилиастеров. Моллюсков подсчитывали и измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Площадь поверхности камней оценивали, аппроксимируя их поверхность элементарными геометрическими фигурами. Определив площадь поверхности камней, доступной для поселения моллюсков, численность мидий и митилиастеров пересчитывали на 1 м².

Результаты исследований и их обсуждение

Чтобы оценить возможное влияние нестабильности камней на их заселённость митилидами, нами была проанализирована численность моллюсков (мидий и митилиастеров) на различных горизонтах каменной наброски южного мола Севастопольской бухты (рис. 1). Для мидий этот показатель на камнях, расположенных на глубине 15 м, значительно выше, чем на тех, что подняты с глубины 1 м и 7 м. Численность митилиастеров на трёх исследованных горизонтах практически одинакова.

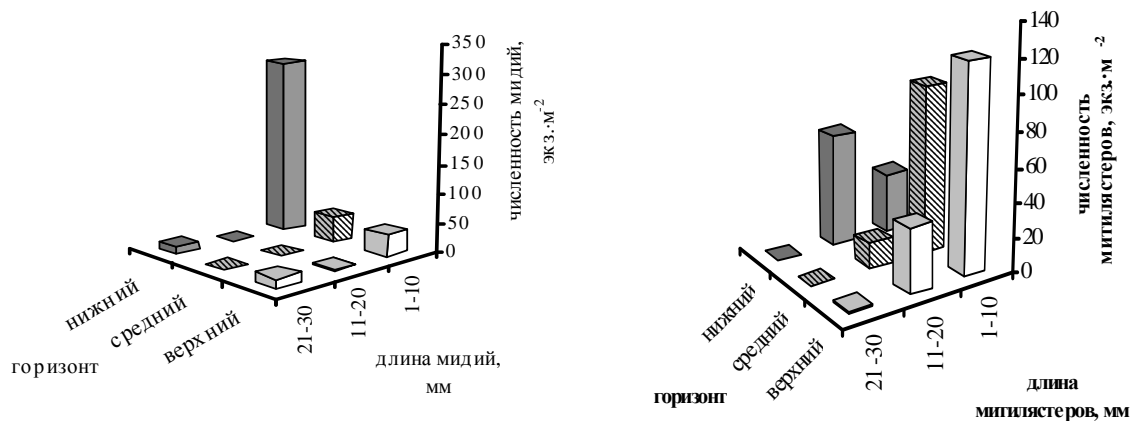
Мидии на всех глубинах каменной наброски были представлены в основном моллюсками длиной 1–10 мм, при этом доля данной размерной группы особенно велика в нижнем горизонте (рис. 1А). Митилиастеры на данной конструкции были преимущественно размером 1–20 мм, причём размерная группа 1–10 мм численно доминировала в верхнем и среднем горизонтах. В нижнем горизонте преобладали моллюски длиной 11–20 мм (рис. 1Б).

Увеличение общей численности мидий с глубиной может определяться снижением волнового воздействия в указанном направлении. Известно, что сила волн с увеличением глубины уменьшается, а их влияние на поселения митилид быстро убывает и ниже 4–5 м не прослеживается [3]. Однако, если этот фактор является доминирующим, то с увеличением глубины должна возрастать не только численность мидий, но и их размеры. В нашем же случае в нижнем горизонте прирост численности происходит за счёт моллюсков длиной до 10 мм. То есть, удары волн нельзя

считать основной причиной, определяющей распределение мидий по горизонтам каменной наброски.

Численность митилястеров с глубиной значимо не изменяется, при этом размерный состав на различных глубинах неодинаков. Прослеживается увеличение доли более крупных особей на глубине 15 м. Тем не менее, в данном случае трудно утверждать, что это является следствием только меняющейся гидродинамической нагрузки. Широко известно, что митилястеры из-за меньших размеров, благодаря мощному биссусному аппарату и особенностям формы раковины менее чувствительны к волновому воздействию, чем мидии [3]. Поэтому данный фактор, прежде всего, отразился бы на численности и размерном составе мидий.

На распределение митилид по горизонтам, кроме фактора прибойности, также могут влиять особенности распространения, а, следовательно, и оседания, их личинок по глубинам [1, 2]. В районе внешнего рейда Севастопольской бухты, прилегающего к южному молу, концентрация великонх митилястеров в планктоне на глубинах 0–10 м почти на порядок выше, чем на глубинах 10–25 м [2]. Концентрация великонх мидий, напротив, в диапазоне глубин 0–10 м в полтора раза ниже, чем на глубинах 10–25 м. Следовательно, при идентичных условиях жизни, численность митилястеров, особенно их молоди, после оседания должна с глубиной уменьшаться, а мидий – возрастать (рис. 1). При этом в нижнем горизонте (15 м) доля молоди мидий намного ниже, чем в верхнем (1 м) и среднем (7 м) горизонтах. Доля молоди митилястеров (длиной менее 10 мм) в нижнем горизонте по сравнению с верхними (1 м и 7 м) падает.



А

Б

Рис. 1. Размерный состав митилид на различных горизонтах каменной наброски южного мола Севастопольской бухты (А – мидии, Б – митилястеры)

Отмеченное нами изменение размерного состава мидий и митилястеров на различных горизонтах каменной наброски мола, в целом соответствует отличиям в концентрации великонх мидий и митилястеров на различных глубинах [2]. Однако численность митилястеров в верхнем горизонте несущественно отличается от таковой в среднем и нижнем, несмотря на максимальное оседание в верхнем горизонте. Это явление может быть связано с влиянием на численность этого моллюска других факторов, наиболее выраженные на малых глубинах, такие как гидродинамическое воздействие, выедание и др.

Выводы

На молу Севастопольской бухты, частично сформированном из наброски мраморовидного известняка, с увеличением глубины отмечено изменение численности мидий и митилястеров, которое нельзя связать только с разной гидродинамической нагрузкой. Этот фактор, а также неустойчивость камней данной наброски к влиянию волн, несомненно, является одной из причин, определяющих низкую заселённость мидиями и митилястерами каменной наброски мола Севастопольской бухты. При этом отмечено, что различия в численности и размерном составе моллюсков на различных горизонтах глубин каменной наброски соответствуют изменениям в концентрации великонх мидий и митилястеров по глубинам водной толщи. Таким образом, на неустойчивых камнях наброски мола, где продолжительность жизни митилид невелика, распределение моллюсков по горизонтам формируется в тесной связи с распределением спата этих организмов по глубинам.

1. Казанкова И. И. Особенности динамики оседания мидии и митилястера в связи со сгонно-нагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Черное море) / И.И. Казанкова // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 35–39.
2. Казанкова И.И. Сезонная динамика личинок двустворок и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты (Чёрное море) / И.И. Казанкова // Экология моря. – 2002. – Вып. 61. – С. 59–60.
3. Митилиды Чёрного моря / В.Е. Заика, Н.А. Валовая, А.С. Повчун, Н.К. Ревков. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.
4. Соловьёва О.В. Влияние гидротехнических сооружений на процессы самоочищения в прибрежной зоне Чёрного моря : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.17 “Гидробиология” / О.В. Соловьёва – Севастополь, 2008. – 22 с.
5. Соловьёва О.В. Потoki нефтяных углеводородов через поселение мидий, обитающих на южном молу Севастопольской бухты (Чёрное море) / О.В. Соловьёва // Морск. экол. журн. – 2007. – Т. 4, № 4. – С. 61–68.

О.В. Соловьёва

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ МОЛЮСКІВ *MITILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. І
MYTILASTER LINEATUS GMEL. НА КАМ'ЯНОМУ НАКИДІ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ СПОРУДИ

Показано, що на кам'яному накиді гідротехнічної споруди (південний мол Севастопольської бухти, Чорне море) розподіл молюсків *Mitilus Galloprovincialis* Lam. і *Mytilaster Lineatus* Gmel. по глибинах визначається більшою мірою кількістю спату цих молюсків у водній товщі, менше – гідродинамічним впливом.

Ключові слова: мідії, мітілястери, гідротехнічні споруди, кам'яний накид

O.V. Soloviova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

VERTICAL DISTRIBUTION OF MOLLUSKS *MITILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. AND
MYTILASTER LINEATUS GMEL. ON RIPRAP OF HYDRAULIC ENGINEERING

The number and size of mussels *Mitilus Galloprovincialis* Lam. and *Mytilaster Lineatus* Gmel. on the riprap of a hydraulic structure (southern pier of Sevastopol bay) was analyzed. It is shown that at this riprap, the distribution of mussels over depth is more determined by abundance of mytilidae larva in the water column, and less – by hydrodynamic effects.

Key words: mussels, mytilidae, hydrotechnical buildings, hydraulic engineering

УДК [594.124(262.5)]

С.В. СТАДНІЧЕНКО, Н.М. ШУРОВА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65011

**ПОРІВНЯННЯ ДВОХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ
РОСТУ ТА ПРОДУКЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ**

Відмінності показників росту та продукції мідії *Mytilus galloprovincialis* з Одеської затоки, розраховані на основі двох способів визначення їх індивідуального віку (за річними кільцями на зовнішній поверхні черепашок і за радіальними зрізами їх стулок) складають менше 30%. Відмінності значень φ' та T_{40} – інтегральних показників швидкості росту мідії, складає менше 3%.

Ключові слова: вік, мідія, Чорне море, індивідуальна продукція

Ріст тварин регулюється багатьма чинниками [1, 4]. Поява методу визначення індивідуального віку чорноморських мідій [5] послужила основою виявлення розмірно-вікових співвідношень цього молюска, що дозволило визначати показники групового росту мідій в різних ділянках їх природних поселень [6, 7]. Для молюсків, у яких добре виражені на поверхні річні кільця, ріст можна аналізувати і на основі річних приростів [1, 2]. Для чорноморської мідії визначення віку молюска лише за зовнішнім кільцем є дуже проблематичним через дворазове щорічне осідання молоді та присутність додаткових кілець несезонного походження. Проте, при одночасному контролі віку

мідій на основі сезонних шарів росту у внутрішньому перламутровому шарі черепашки вимірювання зовнішніх річних приростів цілком можливий. При цьому є можливість аналізувати міжрічні зміни приростів молюска, їх зв'язки з чинниками середовища.

Метою дослідження стало порівняння показників росту і продукції мідій, отриманих за річними приростами, виміряним на поверхні черепашки найстаріших молюсків, та отриманих традиційним методом на основі розмірно-вікових співвідношень у всій вибірці мідій.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження послужили мідії, зібрані в жовтні 2008 р. з донного (глибина 12 м) поселення молюсків Одеської затоки (164 особини). Індивідуальний вік мідій визначали за щорічними приростами внутрішнього перламутрового шару черепашки. Максимальний вік мідій в даному поселенні складав п'ять років. У аналізі групового росту мідій враховувалися всі молюски віком від 1 до 5 років. Середні розміри мідій кожного вікового класу використовували для розрахунку показників росту рівняння Берталанфі (L_{∞} , k , t_0 , ϕ') за програмою FISAT II [8]. Для аналізу швидкості росту молюсків був використаний також показник T_{40} – час, протягом якого молюск досягав довжини 40 мм: $T_{40}=t_0-1/k [\ln (1-40/L_{\infty})]$.

Для виявлення показників росту мідій методом, заснованим на вивченні річних приростів п'ятирічних особин, їх вимірювали штангенциркулем з точністю в 0,1 мм в середній частині черепашки, контролюючи його відповідність річному кільцю за перпендикулярним зрізом другої стулки. Оскільки в цьому випадку вимірюли річні прирости у молюсків одного покоління (2004 р.), то з'явилася можливість аналізувати міжрічні відмінності росту та продукції мідій. Для цих молюсків на основі виміряної довжини приросту кожного року і апроксимуючи ці дані рівнянням Берталанфі обчислювали параметри росту за допомогою програми FISAT II. Потім знаходили середні значення L_{∞} , k , ϕ' та T_{40} і порівнювали з цими ж показниками, отриманими першим способом (на основі розмірно-вікових співвідношень), обчислюючи їх відмінності (%).

Розрахунок індивідуальної продукції проводили за питомою швидкістю росту молюска – за сумою приростів маси протягом кожного року життя з врахуванням параметрів індивідуальних рівнянь росту (L_{∞} , k) і b – кутового коефіцієнта рівнянь мас-розмірних співвідношень. Розраховані значення індивідуальної продукції кожної з 10 п'ятирічних особин порівнювали з продукцією, отриманою для особи за середнім значенням довжини вікового класу – на основі вимірів на зовнішній поверхні стулки п'ятирічних особин і за середньою довжиною молюсків кожного вікового класу всього поселення.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження показали значні індивідуальні відмінності росту і продукції чорноморських мідій. Наприклад, перший річний приріст (2004 р.) у різних особин змінювався від 19,6 мм до 28,6 мм, складаючи в середньому для 10 особин п'ятирічного віку 24,1 мм. Другий річний приріст (2005 р.) коливався у різних особин від 9,8 мм до 12,1 мм, складаючи в середньому 11,0 мм. Третій річний приріст (2006 р.) змінювався з 8,2 мм до 13,3 мм, складаючи в середньому 10,2 мм. Четвертий (2007 р.) річний приріст у різних мідій змінювався від 6,9 мм до 11,4 мм, складаючи в середньому 8,3 мм. П'ятий річний приріст змінювався від 3,9 мм до 8,8 мм, складаючи в середньому 6,1 мм. Слід зазначити, що розподіл значень приростів не завжди відповідав нормальному, тому для обчислення їх середніх значень був застосований негативний біном [3].

Аналіз кривих швидкості росту п'ятирічних мідій показує не лише досить чіткі їх індивідуальні відмінності, але також і міжрічні відмінності росту молюсків. Так, прирости першого року життя (2004 р.) декілька завищені порівняно з іншими роками. Приріст другого року (2005 р.) у всіх аналізованих п'ятирічних особин виявився значно нижчим, що може свідчити про несприятливі умови цього року для росту молюсків.

Згідно гідрологічних даних в серпні 2005 р. середня температура води була 20,8С, що на 1–2С вище від середніх значень в інші роки. При цьому середньомісячна солоність в цей період була на 1–2‰ нижчою. Можливо, що висока температура і значне опріснення вод були чинниками, що знижували ріст молюсків.

Зниження швидкості росту в 2005 р. і певне зростання приростів в 2004 р. добре помітно (рис.) при порівнянні двох ліній регресії середніх значень річних приростів. Відхилення значень річних приростів від лінії регресії найяскравіше виражені для першої лінії регресії, де річні прирости обчислювалися як різниця між середньою довжиною мідій даного віку і попереднього на основі всієї проби молюсків. При цьому мідії різного віку були поколіннями різних років. При аналізі молюсків одного покоління на основі вимірювання річних приростів у 10 п'ятирічних особин (лінія 2) відхилення від лінії регресії були меншими і лише в період 2004–2005 рр. для

кожного п'ятирічного моллюска на основі довжини його річних приростів розраховані показники росту за рівнянням Берталанфі. Не зважаючи на деяку індивідуальну мінливість цих показників, розподіл їх значень відповідав нормальному і нами були знайдені їх середні значення. Їх порівняння (табл.) з показниками росту, отриманими першим методом на основі середньої довжини мідій кожного віку, показало, що ці відмінності складають менше 30%, причому відмінності значень ϕ' – інтегрального показника росту рівняння Берталанфі та T_{40} – наявного показника швидкості росту мідії, менші 3%.

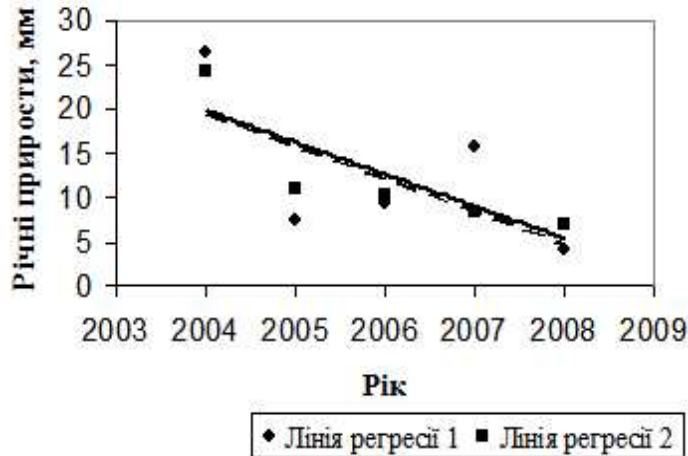


Рис. Порівняння ліній регресії зменшення річних приростів по мірі росту мідій Одеської затоки: 1 – середні кожного вікового класу всіх моллюсків проби, 2 – середні тільки п'ятирічних особин

Таблиця

Відмінності показників росту і продукції мідії, виявлених за річним приростам п'ятирічних особин і за розмірно-віковим співвідношенням всіх моллюсків вибірки

Параметри	L_{∞}	k	ϕ'	T_{40}	P , г/екз ⁻¹
Мінімальне значення	69,49	0,16	3,15	1,90	25,27
Максимальне значення	107,40	0,35	3,25	2,77	36,85
Середнє значення по п'ятирічним особинам	88,49	0,22	3,20	2,31	30,75
Значення по всій вибірці	107,7	0,16	3,27	2,27	37,86
Відмінності показників, %	+21,7	-27,3	+2,2	-1,7	+23

Індивідуальна продукція п'ятирічок коливається від 25,3 г·екз.⁻¹ до 36,8 г·екз.⁻¹, а продукція особи за середнім значенням річних приростів п'ятирічних особин складає 30,75 г·екз.⁻¹. Продукція особи за середнім значенням вікового класу у всій вибірці складає 37,86 г·екз.⁻¹. Відхилення значень індивідуальної продукції кожної п'ятирічної особи від продукції особи за середнім значенням річних приростів на зовнішній поверхні стулки моллюска варіює від 1% до 20%. Відхилення значень продукції особи за середнім значенням вікового класу у всій пробі від продукції особи за середнім значенням річних приростів на зовнішній поверхні стулки складає 23%.

Висновки

Витрати часу на вимірювання довжини мідій, виготовлення подовжніх зрізів стулок і визначення віку всіх мідій (164 екз.) при використанні методу вимірювання за середньою довжиною мідій кожного віку значно більші, ніж при вивченні річних приростів найбільш старих моллюсків даної вибірки. Враховуючи цей чинник і прийнятну точність методу, заснованого на аналізі річних приростів найстаріших особин, що належать до одного покоління, слід зробити висновок, що ріст і індивідуальну річну продукцію чорноморських мідій краще аналізувати, вимірюючи річні прирости найстаріших особин на поверхні стулки, контролюючи їх відповідність річним кільцям зон росту у внутрішньому перламутровому шарі другої стулки досліджуваного моллюска.

1. Зотин А.А. Ретроспективный анализ влияния среды на параметры роста беломорских мидий / Зотин А.А., Озернюк Н.Д. // Известия РАН, Сер. биологическая. – 2006. – № 6. – С. 762–766.
2. Кулаковский Э.Е. Рост мидии обыкновенной в Белом море в естественных условиях и в условиях марикультуры / Кулаковский Э.Е., Сухотин А.А. // Экология. – 1986. – № 2. – С. 35–43.
3. Максимович Н.В. Анализ количественных гидробиологических материалов / Максимович Н.В., Погребов В.Б. – Ленинград, 1986. – 97 с.

4. Мина М.В. Рост животных / Мина М.В., Клевезаль Г.А. – М. : Наука, 1976. – С. 291.
5. Шурова Н.М. Сезонные слои роста в раковинах мидий Черного моря / Шурова Н.М., Золотарев В.Н. // Биология моря. – 1988. – № 1. – С. 18–22.
6. Шурова Н.М. Особенности роста мидий *Mytilus galloprovincialis* в северо-западной части Черного моря / Н.М. Шурова, В.Н. Золотарев, А.Ю. Варигин // Биология моря. – 1991. – № 4. – С. 70–79.
7. Шурова Н.М. Изменения популяционных характеристик черноморской мидии в условиях эвтрофирования и гипоксии морских прибрежных вод / Н.М. Шурова, А.Ю. Варигин, С.В. Стадниченко // Экология моря. – 2004. – Вып. 65. – С. 94–99.
8. Gayanilo F.C. Fisat II: FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools (version 1.2.0). / F.C. Gayanilo, P. Sparre, D. Pauly [eds] // FAO, Rome, 2002. – Режим доступа: <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat>.

С.В. Стадниченко, Н.М. Шурова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА И ПРОДУКЦИИ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ

Различия показателей роста и продукции мидий *Mytilus galloprovincialis* из Одесского залива, рассчитанных на основе двух способов определения их индивидуального возраста (по годовым кольцам на наружной поверхности раковины и по радиальным спилам их створок), составляют меньше 30 %, различия значений ϕ' и T_{40} – меньше 3%.

Ключевые слова: возраст, мидия, Черное море, индивидуальная продукция

S.V. Stadnichenko, N.M. Shurova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

COMPARISON OF TWO METHODS FOR DETERMINATION OF GROWTH AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF THE BLACK SEA MUSSELS

Differences between characteristics of growth and production of mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Odessa Bay, calculated on the basis of two methods of individual age determination (on annual rings on the surface of shell and on radial sections of their valves), are less 30 %. Differences ϕ' and T_{40} – integral characteristics of growth rate of the Black Sea mussels are less 3%.

Key word: mussel, Black sea, individual products

УДК [582.26/.27(262.5)]

Л.В. СТЕЛЬМАХ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА ФИТОПЛАНКТОНА И ЕГО ПОТРЕБЛЕНИЯ МИКРОЗООПЛАНКТОМ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

Впервые для Черного моря (на трех станциях в прибрежных поверхностных водах Черного моря в районе Севастополя в 2006–2007 гг.) показано, что в течение года максимальная концентрация хлорофилла *a* наблюдалась в периоды, когда разница между удельной скоростью роста фитопланктона и скоростью его потребления микрзоопланктоном достигала наибольших величин.

Ключевые слова: фитопланктон, удельная скорость роста, потребление фитопланктона микрзоопланктоном, биогенные вещества, Черное море

Исследования, выполненные в различных районах Мирового океана, показали, что интенсивное развитие фитопланктона (ФП) и увеличение его биомассы и концентрации хлорофилла *a* может осуществляться лишь в том случае, если скорость роста ФП превышает скорость его потребления микрзоопланктоном [3, 7, 8]. В Черном море одновременные определения скорости роста ФП и скорости его выедания микрзоопланктоном не проводились, поэтому не известно, какие соотношения существуют между ростом черноморского ФП и его потреблением

микрозоопланктоном в различные сезоны года и, прежде всего, в периоды максимального развития водорослей в море.

Цель настоящей работы – исследовать сезонную динамику удельной скорости роста ФП и скорость его потребления микрозоопланктоном в прибрежных поверхностных водах Черного моря в районе г. Севастополя.

Материал и методы исследований

В основу работы положены регулярные наблюдения, осуществлявшиеся на трех станциях в прибрежных поверхностных водах Черного моря в районе Севастополя. Исследования проводились в течение 2006–2007 гг. Первая станция была расположена в Севастопольской бухте, вторая находилась в Карантинной бухте, третья – в районе бухты Омега [2]. Ежемесячно отбирали пробы воды, в которых определяли: доминирующие виды водорослей, представленные в планктоне, их относительную биомассу, концентрацию хлорофилла *a* в планктоне, удельную скорость роста суммарного ФП, скорость его потребления микрозоопланктоном, концентрацию основных питательных веществ, интенсивность солнечной радиации, падающей на поверхность моря, а также температуру воды.

Определение видового состава, численность и размеры доминирующих видов водорослей, относящихся к нано- и микрофитопланктону, осуществляли в живой капле под световым микроскопом МБИ-3. Удельную скорость роста суммарного ФП и скорость его потребления микрозоопланктоном рассчитывали по суточному приросту концентрации хлорофилла *a* в пробах планктона (фракция < 200 мкм) с помощью метода разведения [6]. Подробно схема экспериментов и расчетов представлена в работе [2].

Концентрацию биогенных веществ определяли стандартными методом [1], содержание хлорофилла *a* измеряли флуориметрически [5].

Результаты исследований и их обсуждение

В последние время установлено, что основным потребителем ФП как в глубоководных, так и в прибрежных районах Мирового океана, является микрозоопланктон. В прибрежных водах эти микроскопические организмы (< 200 мкм), включающие простейших, а также миксотрофных и гетеротрофных флагеллат, способны выедать от 57% до 90% первичной продукции [3, 7–9]. Результаты наших исследований показали, что от количественных отношений между скоростью роста ФП и скоростью его выедания микрозоопланктоном зависит сезонная динамика концентрации хлорофилла *a* в море. В период с июня 2006 г. по июнь 2007 г. в планктоне исследованных вод чаще всего преобладали диатомовые водоросли. Весеннее и осеннее “цветение” воды было вызвано, в основном, одним из самых мелких видов – *Chaetoceros socialis*, у которого объем клетки составлял около 100 мкм³. На примере Севастопольской бухты видно, что именно в период “цветения”, когда концентрация хлорофилла достигала 1,2–1,6 мг·м⁻³, зарегистрированы самые высокие значения удельной скорости роста ФП (μ): 2,0–2,7 сутки⁻¹ (рис. 1). В это время температурные и световые условия были оптимальными для развития диатомовых водорослей, а содержание фосфатов и кремния не лимитировало рост водорослей [2]. На рис. 1 (см.) видно, что концентрация нитратов в периоды, когда скорость роста достигала максимальных значений, также была сравнительно высокой. Она достигала или превышала 0,27 мкМ, что соответствует константе полунасыщения (*K_s*), установленной нами из зависимости скорости роста ФП от концентрации нитратов в среде [2]. Такие же высокие значения скорости роста *C. socialis* были получены на двух других станциях исследованных вод в период “цветения” при оптимальных световых и температурных условиях и достаточном количестве питательных веществ.

Иногда в начале лета и осенью на завершающей стадии “цветения” воды, вызванного диатомовыми водорослями, отмечено увеличение доли динофитовых видов водорослей. Среди них чаще всего встречались *Prorocentrum micans* и *P. cordatum*. Удельное содержание хлорофилла в клетках этих водорослей в 2–3 раза меньше, чем у диатомовых видов водорослей [4]. В результате этого даже при оптимальных условиях среды скорость роста динофитовых водорослей существенно ниже, чем диатомовых. По нашим данным, в периоды их доминирования удельная суточная скорость роста ФП не превышала 1,5 сутки⁻¹.

Минимальные величины удельной скорости роста ФП (0,06–0,10 сутки⁻¹) отмечены в Севастопольской бухте и в районе бухты Омега в декабре, когда в планктоне доминировали диатомовые виды водорослей *Skeletonema costatum* и *C. socialis*. В это время здесь содержание всех основных биогенных веществ снижалось до аналитического нуля, что сильно ограничивало рост водорослей. Вероятно, поэтому концентрация хлорофилла была невысокой и не превышала 0,6–0,8 мг·м⁻³.

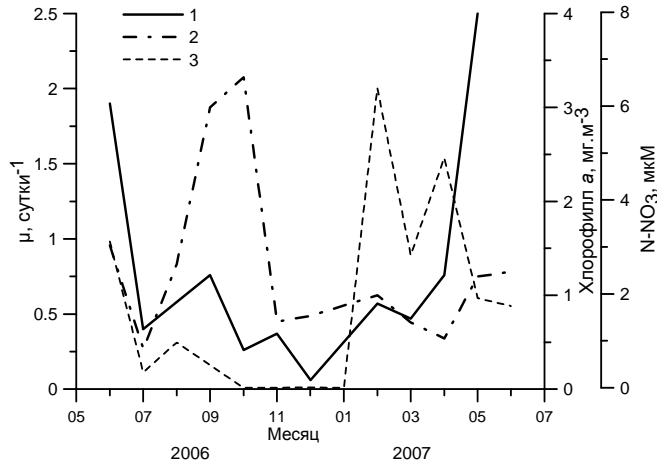


Рис. 1. Сезонная динамика удельной скорости роста фитопланктона, μ (1), концентрации хлорофилла a (2) и нитратов (3) в Севастопольской бухте

Максимальные удельные скорости выедания ФП зоопланктоном ($g = 1,0\text{--}2,5$ сутки $^{-1}$) чаще всего были получены так же, как и скорости роста водорослей – в конце весны и в начале осени, в периоды наиболее интенсивного развития диатомовых водорослей *C. socialis* и *C. curvisetus*, основным потребителем которых, по данным [10], являются гетеротрофные флагелляты. Минимальные величины ($0,4\text{--}0,5$ сутки $^{-1}$) отмечены в течение всего зимнего периода при самых низких значениях температуры воды ($7\text{--}8^\circ\text{C}$). Даже в феврале, когда количество растительной пищи для микрозоопланктона возрастало в результате интенсивного развития диатомовой водоросли *S. costatum*, удельная скорость потребления ФП микрозоопланктоном не превышала $0,5$ сутки $^{-1}$.

В некоторых случаях минимальная скорость выедания ФП микрозоопланктоном наблюдалась при благоприятных температурных условиях и высокой биомассе ФП. Так, на станции, расположенной в открытом прибрежье напротив бухты Омега, в октябре 2006 г. при температуре воды около 17°C на фоне интенсивного осеннего развития водорослей скорость их выедания зоопланктоном снижалась до минимума. Последнее, вероятно, обусловлено низким качеством растительной пищи, так как в это время в планктоне преобладали водоросли, которые слабо потребляются микрозоопланктоном (*Pseudosolenia calcar-avis*, *Ceratium furca*, *Emiliania huxleyi*). Можно полагать, что температура воды и качество растительной пищи оказывают существенное влияние на скорость потребления ФП зоопланктоном.

Сезонные изменения концентрации хлорофилла a в значительной мере определяются разницей между ростом ФП и его выеданием микрозоопланктоном ($\mu - g$). На примере Севастопольской бухты видно, что по мере увеличения этой разницы концентрация хлорофилла закономерно возрастает (рис. 2).

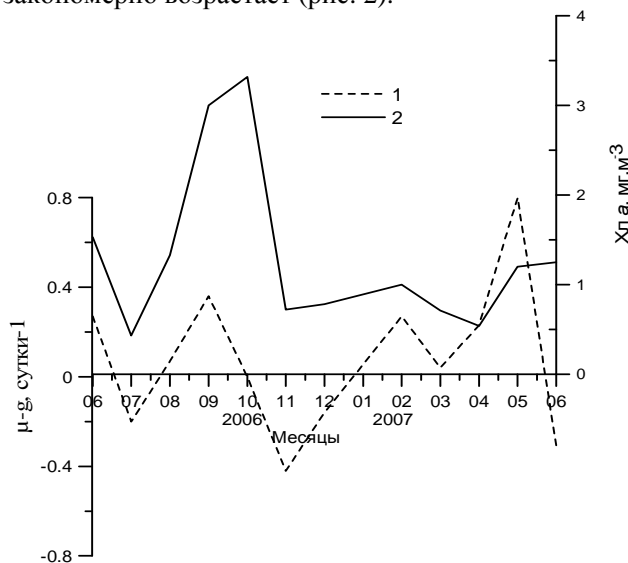


Рис. 2. Сезонная динамика разницы между удельной скоростью роста фитопланктона и скоростью его потребления микрозоопланктоном (1) и концентрации хлорофилла a (2) в Севастопольской бухте

Максимальное содержание данного пигмента наблюдалось в сентябре–октябре 2006 г. в период интенсивного развития нескольких массовых видов диатомовых водорослей (*C. socialis*, *C. curvisetus*, *P. calcar-avis*) и динофитовых (*P. micans*, *P. cordatum*, *C. furca*, *Gimnodinium* sp.). В это время разница между удельной скоростью роста ФП и удельной скоростью его потребления

микрозоопланктоном составила 0,3 сутки⁻¹. По мере снижения этой величины вследствие усиления выедания ФП микрозоопланктоном наблюдается снижение концентрации хлорофилла *a*, что свидетельствует о деградации осеннего “цветения” воды в Севастопольской бухте. Подобная картина наблюдалась и на двух других станциях исследованных прибрежных вод.

Выводы

Установлено, что в исследованных прибрежных водах Черного моря существенную роль в развитии “цветения” воды, вызванного интенсивным развитием фитопланктона, играет микрозоопланктон.

1. *Методы* гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
2. *Стельмах Л.В.* Сезонная изменчивость скорости роста фитопланктона в прибрежных водах Черного моря (район Севастополя) / Л.В. Стельмах, Е.А. Куфтаркова, И.И. Бабич // Морской экол. журн. – 2009. – Т. 8, № 1. – С. 67–80.
3. *Calbet A.* Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems / Calbet A. , Landry M.R. // Limnol. Oceanogr. – 2004. – Vol. 49. – P. 51–57.
4. *Phytoplankton carbon to chlorophyll a ratio: response to light, temperature and nutrient limitation* / Z.Z. Finenko, N. Hoepffner, R. Williams, S.A. Piontkovski // Mar. Ecol. Journ. – 2003. – Vol. 2, N 2. – P. 40–64.
5. *JGOFS Protocols*. Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) Core Measurements. Manual and Guides. – 1994. – Vol. 29. – 100 p.
6. *Landry M.R.* Estimating the grazing impact of marine micro-zooplankton / Landry M.R. , Hassett R.P. // Mar. Biol. – 1982. – Vol. 67. – P. 283–288.
7. *Odate T.* Seasonal variation in chlorophyll-specific growth and microzooplankton grazing of phytoplankton in Japanese coastal water / Odate T. , Imai K. // J. Plankton Res. – 2003. – Vol. 25. – P. 1497–1505.
8. *Palomares-Garcia R.* Pigment-specific rates of phytoplankton growth and microzooplankton grazing in a subtropical lagoon / R. Palomares-Garcia, J.J. Bustillos-Guzman, D. Lopez-Cortes // J. Plankton Res. – 2006. – Vol. 28. – P. 1217–1232.
9. *Putland J.N.* Microzooplankton: major herbivores in an estuarine planktonic food web / Putland J.N. , Iverson R.L. // Mar. Ecol. – 2007. – Vol. 345. – P. 63–73.
10. *Sher E.B.* Heterotrophic dinoflagellates: a significant component of microzooplankton biomass and major grazers of diatoms in the sea / Sher E.B. , Sher B.F. // Mar. Ecol. – 2007. – Vol. 352. – P. 187–197.

Л.В. Стельмах

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СЕЗОННІ ЗМІНИ ПИТОМОЇ ШВИДКОСТІ РОСТУ ФІТОПЛАНКТОНУ І ЙОГО ПОЇДАННЯ МІКРОЗООПЛАНКТОНОМ В ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ ЧОРНОГО МОРЯ

Вперше для Чорного моря (на трьох станціях в прибережних поверхневих водах Чорного моря в районі Севастополя в 2006–2007 рр.) показано, що протягом року максимальна концентрація хлорофілу *a* спостерігається в періоди, коли різниця між питомою швидкістю росту фітопланктону і швидкістю його поїдання мікрозоопланктоном досягала найбільших значень.

Ключові слова: фітопланктон, питома швидкість росту, поїдання фітопланктону мікрозоопланктоном, біогенні речовини, Чорне море

L.V. Stel'makh

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SEASONAL CHANGES TO SPECIFIC SPEED OF GROWTH OF FITOPLANKTONA AND HIS CONSUMPTION MICROZOOPLANKTON ARE IN OFF-SHORE WATERS OF BLACK SEA

For the first time for the Black Sea it is shown that within a year the maximum concentration of chlorophyll *a* were observed in the periods when the difference between phytoplankton growth and microzooplankton grazing reached the largest values.

Key words: phytoplankton, specific speed of growth, consumption of phytoplankton, microzooplankton, biogenic matters, Black sea

УДК 578.4(262.5)

О.А. СТЕПАНОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ВИРУСЫ В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ (РЕЗУЛЬТАТЫ 1994 – 2010 гг.)

Выявлена контаминация черноморской среды и гидробионтов вирусами суши. Путем эксперимента установлена возможность освоения вирусами суши гидробионтов. Изучена численность вирусов в микропланктоне и микробентосе. Были выделены и изучены новые для науки черноморские альговирuses (свыше 100 штаммов) четырех видов микроводорослей.

Ключевые слова: аллохтонные и автохтонные вирусы, альговирuses, Черное море

Вирусы гидросферы являются самыми многочисленными и наименее изученными организмами среди гидробионтов. Понимание роли вирусов в круговороте органического углерода в гидросфере, в процессах функционирования морских пищевых цепей и в биоразнообразии является основой для оценки стабильности морских экосистем, увеличивая предсказуемость воздействий глобальных изменений на биогеохимические процессы в Мировом Океане [8-10].

Начавшееся в середине 20 века изучение вирусов в Черном море было приостановлено в связи с отсутствием достаточно разработанных методик [2], поэтому имеющиеся сведения в этой области крайне ограничены. Циркуляция в черноморской среде вирусов аллохтонного и автохтонного происхождения и их взаимоотношения с различными видами организмов с учетом абиотических факторов среды – актуальное и практически не изученное направление, которому и были посвящены наши исследования.

В ходе работы решались следующие задачи: выявление контаминаций черноморской среды аллохтонными вирусами и изучение возможного освоения ими новых хозяев – гидробионтов, определение численности вирусов в микропланктоне и микробентосе, поиск и изучение отдельных представителей автохтонных черноморских вирусов – альговирuses.

Материал и методы исследований

Материалом для изучения контаминации наземными вирусами черноморских гидробионтов служили пробы донных осадков (17), мантийная жидкость и мягкие ткани мидий *Mytilus galloprovincialis* (108 проб из 1300 особей), а также жабры разных видов морских рыб (17 проб из 86 особей). Сбор материала проводили в бухтах Севастополя в период 1994–2001 гг.

Также осуществлен анализ данных Севастопольской СЭС по мониторингу загрязнения морской воды из бухт Севастополя в 1990–1994 гг. патогенными вирусами человека (свыше 1000 проб). Сбор и обработка материала, методики вирусологических исследований, а также даты и места отбора проб подробно описаны в [5].

Численность вирусов и морских бактерий в период 1995–2001 гг. в пробах воды (свыше 50 проб) Севастопольской бухты и в донных отложениях (свыше 100 проб) бухт Севастополя и прибрежной части Крыма (1997, 1999, 2000 гг.) определяли классическим методом в эпифлуоресцентной микроскопии, что описано в [5].

Поиск альговирuses в период 2002–2010 гг. в пробах воды, донных отложений, мидий *Mytilus galloprovincialis* и жабр различных видов морских рыб проводили разработанным и запатентованным автором способом [Пат.65864А UA, №2003065499], при этом материал (свыше 300 проб) отбирали из бухт Севастополя и открытого моря, что отражено в [5, 6]. С 2007 г. по настоящее время ведется поиск альговирuses из проб воды и мидий, ежемесячно отбираемых из Севастопольской, Карантинной, Мартыновой (есть мидийная ферма) бухт и открытого моря.

В качестве индикаторных культур микроводорослей используются жидкие коллекционные культуры *Tetraselmis viridis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Dunaliella viridis* (с 2008 г.) и *Prorocentrum pusilla* (с 2010г), полученные из отдела экологической физиологии водорослей ИнБЮМ НАН Украины.

Изучение возможного освоения наземными вирусами гидробионтов проводили в эксперименте, используя бактериофаги фитопатогенных бактерий, полученные на кафедре вирусологии Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, и культуры морских

микроводорослей *Tetraselmis viridis* и *Phaeodactylum tricornutum*. Методика проведения эксперимента основана на [Пат.65864А UA, №2003065499] и подробно описана в [3–5].

Результаты исследований и их обсуждение

Контаминация черноморской среды и гидробионтов наземными вирусами – патогенными вирусами человека (адено-, рео-, рота- и энтеровирусами, в т.ч. гепатита А, проб морской воды, донных осадков и материала из мидий) и бактериофагами фитопатогенных бактерий (жабры рыб) – наблюдалась от 2,1% до 74% от всех изученных проб. Полученные результаты свидетельствуют, что загрязнение наземными вирусами черноморской среды и гидробионтов чаще наблюдается в закрытых, подвергающихся сбросам канализационных стоков бухтах, а в качестве индикаторных организмов при изучении загрязнения наземными вирусами гидросферы могут служить черноморские мидии и рыбы.

Установленная контаминация черноморских гидробионтов наземными вирусами предполагала и возможное освоение ими новых хозяев – гидробионтов. Проведенный в лабораторных условиях эксперимент по адаптации бактериофагов фитопатогенных бактерий к микроводорослям *Tetraselmis viridis* и *Phaeodactylum tricornutum* принципиально подтвердил возможность освоения наземными вирусами морской среды и гидробионтов. Таким образом, впервые доказано, что загрязнение наземными вирусами гидросферы, в частности Черного моря, несет потенциальную опасность не только для людей (при мелиорации, употреблении морепродуктов и пр.), но и для гидробионтов. На основании собственных результатов и литературных данных была предложена гипотеза о циркуляции вирусов между сушей и гидросферой, что в природе приводит к появлению “новых вирусов”, потенциально опасных для организмов суши и гидробионтов [1].

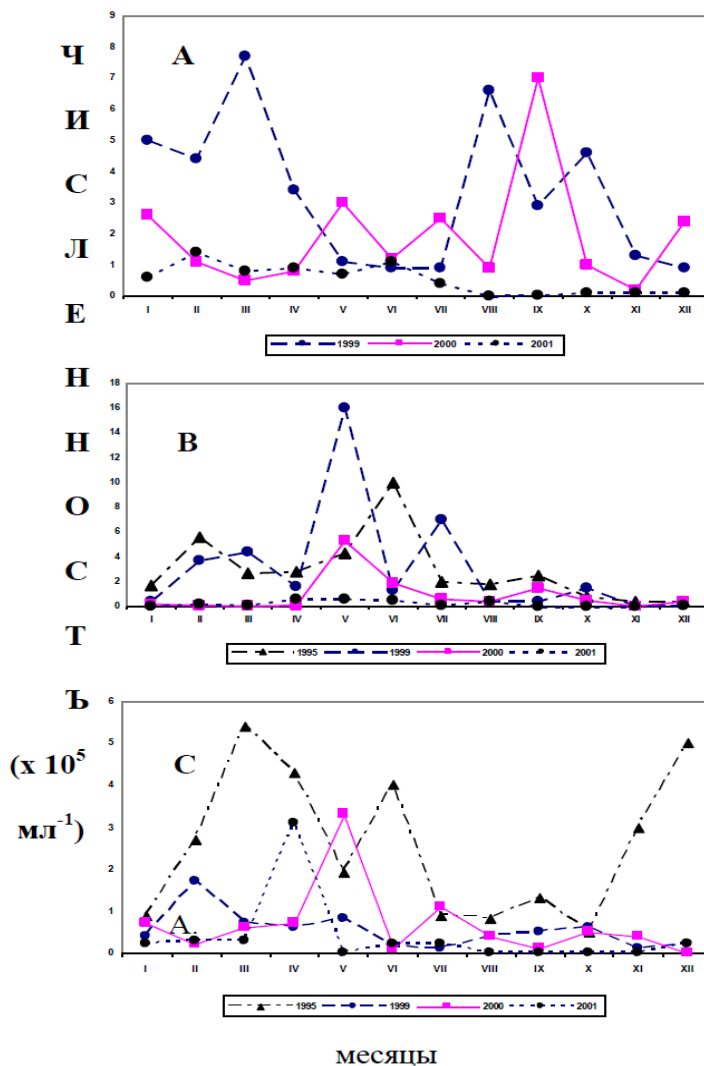


Рис. Численность представителей бактериопланктона – размерной фракции морского микропланктона более 0,45 мкм (А) и от 0,45 до 0,2 мкм (В) – и представителей виропланктона – размерной фракции морского микропланктона от 0,2 мкм до 0,05 мкм (С) в Севастопольской бухте в 1995, 1999–2001 гг.

Численность вирусов и бактерий в Севастопольской бухте (1995–2001 гг.) в виде графических изображений представлена на рисунке. Для вирусов были отмечены колебания численности от максимума 540000 (в марте 1995 г.) до минимума 300 (в мае и сентябре 2001 г.) вирусоподобных частиц (в.п.ч.) в 1 мл воды. Численность бактерий колебалась от 1600000 (в мае 1999 г.) до 300 (в сентябре-ноябре 2001 г.) клеток в 1 мл. Анализ численности морских бактерий и вирусов, проведенный с учетом международного индекса солнечной активности R_i (сведения из Национального геофизического центра, <http://sidc.oma.be/html/sunspot.html>) установил наличие средней отрицательной корреляции ($r=-0,6$ для вирусов с высоким уровнем значимости $P < 0,001$).

В микробентосе экологически благополучных бухтах Севастополя и побережья Крыма морфологическое разнообразие морских бактерий (как следствие разнообразие вирусов) выше и отмечено преобладание по численности вирусной фракции над бактериальной (численность бактерий 100000 – 48000000 клеток в 1г грунта, вирусов 7000 – 6000000 в.п.ч. в 1г грунта) [5]. Этот факт явился основанием для предложения использовать индекс соотношения числа вирусы/бактерии (virus-to-bacterium ratio) в микробентосе при комплексном экомониторинге водоемов.

За период 2002–2010 гг. были выделены и частично изучены новые для науки альговирuсы *Tetraselmis viridis* (TvV), *Phaeodactylum tricornutum* (PtV), *Dunaliella viridis* (DvV) и *Prorocentrum pusilla* (PrV), которые поддерживаются в виде коллекции из более 100 вирусных штаммов. Геномный состав TvV и DvV изучается в рамках международной программы по проекту Gordon & Betty Moore Foundation Marine Phage, Virus, & Virome Sequencing Project (Broad Institute, MTI, USA, www.broadinstitute.org/annotation/viral/Phage). Поскольку альговирuсы – индикаторы микроводорослей, которые, в свою очередь, являются индикаторными микроорганизмами при оценке качества окружающей среды, то изоляция альговирuсов несет информацию не только о хозяине, но и о благополучии водоема. Поэтому поиск альговирuсов предложено использовать при комплексном экомониторинге водоемов. Также поиск альговирuсов может быть использован для изучения сезонности и географического распространения отдельных видов микроводорослей, учитывая ограниченную информацию в этом вопросе. Успешное использование альговирuсов для определения вида неизвестной черноморской микроводоросли [7] явилось основанием для предложения применять набор известных альговирuсов для тестирования и идентификации неизвестных микроводорослей.

Выводы

Таким образом, изучение вирусов в Крымского региона Черного моря в период 1994–2010 гг. позволило получить новые данные по биологии и экологии вирусов гидросферы, представляющие интерес не только в теоретическом, но и в практическом плане.

1. Бойко А.Л. Обмен вирусами суши и гидросферы – возможный путь их эволюции / Бойко А.Л., Степанова О.А. // Микроорганизмы в экосистемах озер, рек, водохранилищ: Мат. 2-го Байкальского микробиол. симпоз. с междунар. участием. 10-15 сент. 2007. Иркутск. – Иркутск, 2007. – С. 27.
2. Крисс А.Е. Бактериофаг в море / Крисс А.Е., Рукина Е.А. // ДАН СССР. – 1947. – Т. 57, № 8. – С. 833–836.
3. Соловьев А.В. Явление освоения *in vitro* вирусами прокариотов с суши эукариотов-гидробионтов / А.В. Соловьев, О.А. Степанова, Е.А. Соловьева // Сборник Донецкого нац. ун-та. Сер. А. – 2008. – Вып.2. – С. 431–433.
4. Степанова О.А. Адаптация бактериофагов *Xanthomonas axanopodis* к микроводоросли *Platymonas viridis in vitro* / О.А. Степанова // Вісн. Одес. нац. ун-ту. – 2004. – Т. 9, вып. 5. – С. 128–132.
5. Степанова О.А. Экология аллохтонных и автохтонных вирусов Черного моря / О.А. Степанова – Севастополь: Мир, 2004. – 308 с.
6. Степанова О.А. Альговирuсы как биоиндикаторы изменений в экологии акваторий Черного моря / О.А.Степанова // Совр. пробл. экологии Азово-Черноморского региона: Мат. IV межд. конф., 8-9 окт. 2008, Керчь, ЮгНИРО. – Керчь, 2008. – С. 82–86.
7. Степанова О.А. Определение вида микроводоросли с использованием альговирuса [Электронный ресурс] / Степанова О.А., Галатюнова О.А. // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Мат. II Всеросс. конф. Сыктывкар, 5-9 окт. 2009. – Сыктывкар, 2009. – С. 33–34. – Режим доступа: http://ib.komisc.ru/add/conf/algo_2009/ свободный.
8. *Aquatic Viruses* // J. Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2006. – Vol. 86, N 3. – P. 449–621.
9. Ecology of marine viruses / Banyuls-sur-mer, 19–22 March 2003. – Monaco, 2003. – 94 p. – (CIESM Workshop Monographs N21).
10. Proposal for SCOR WG to Investigate the Role of Viruses in Marine Ecosystems // Proceedings of the Scientific Committee on Oceanic Research. Venice, Italy, Sept. 2004. – Baltimore (USA), 2005. – Vol. 40. – P. 66–70.

О.А. Степанова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ВІРУСИ В КРИМСЬКОМУ РЕГІОНІ ЧОРНОГО МОРЯ (РЕЗУЛЬТАТИ 1994–2010 pp.)

Встановлено контамінацію вірусами чорноморського середовища і гідробіонтів. Виявлено можливість *in vitro* алохтонних вірусів адаптуватися до гідробіонтів. Визначено чисельність вірусів і бактерій в мікропланктоні та в мікробентосі. З Чорного моря ізольовані та досліджені унікальні альговіруси до 4 видів мікроводоростей.

Ключові слова: алохтонні і автохтонні віруси, альговіруси, Чорне море

О.А. Stepanova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

VIRUSES ARE IN CRIMEAN REGION OF BLACK SEA (RESULTS 1994–2010)

It was discovered, that Black Sea environment and hydrobionts were contaminated by viruses brought from a land. The capability of viruses from a land to adapt to the hydrobionts was established (*in vitro*). The number of bacteria and viruses of microplankton and microbenthos was determined. New viruses to 4 algae species (more 100 viral strains) were isolated and studied.

Key words: allochthonous and indigenous viruses, algoviruses, Black sea

УДК 582.26/.27 (262.54)

Г.В. ТЕРЕНЬКО, М.А. ГРАНДОВА

Украинский научный центр экологии моря

Французский бульвар, 89, Одесса 65009

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО
СООБЩЕСТВА УКРАИНСКОГО СЕКТОРА АЗОВСКОГО МОРЯ
В ДЕКАБРЕ 2009 г.**

Впервые приведены результаты исследований зимнего фитопланктона украинской части Азовского моря. В зимний период найдено 55 видов микроводорослей. Выявлены обширные зоны моря, охваченные “цветениями” воды, вызванные массовым развитием диатомовых и синезеленых водорослей.

Ключевые слова: фитопланктон, “цветение” воды, пелагический альгоценоз, Азовское море

Азовское море – мелководный внутренний, относительно небольшой солоноватый бассейн, находящийся под сильным влиянием прибрежного стока, с которым в море попадает большое количество растворённых органических веществ. В настоящее время объем информации о зимней стадии сукцессии пелагического альгоценоза Азовского моря крайне ограничен и касается российской его части [2]. Информация относительно украинского участка моря вовсе отсутствует.

Цель настоящей работы – изучить видовой состав, количественные характеристики и основные закономерности хода зимней сукцессии фитопланктонного сообщества украинского сектора Азовского моря.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона, отобранные в районе украинской части Азовского моря в ходе 31 рейса НИС «Паршин» в декабре 2009 г. Всего было отобрано с 5 по 14 декабря 34 пробы фитопланктона на 17 станциях с двух горизонтов – поверхностного и придонного.

Пробы воды объемом 1,5 дм³ концентрировали с помощью воронки обратной фильтрации с использованием ядерных (нуклеопоровых) фильтров с диаметром пор 1,5 мкм, сгущая пробу до объема 50–60 мл, с последующей фиксацией 40%-ным нейтрализованным формалином. Количественный учёт клеток проводили в счетной камере Ножотта объемом 0,05 мл под световым микроскопом.

Расчеты численности и биомассы проводили с помощью программы РНУТО – 2 © ГПОЭД УкрНЦЭМ, 1997 г. 2.2. Одновременно с отбором проб осуществляли измерение температуры и солёности водных масс.

Результаты исследований и их обсуждение

Гидрологическая структура водоёма в момент проведения наблюдений была достаточно однородна. Так, температура воды изменялась от 5–8°C, а диапазон изменения солёности составлял от 8‰ до 11‰.

На исследуемой акватории в зимний период в составе пелагического альгоценоза было отмечено 55 видов микроводорослей, относящихся к 5 отделам *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Haptophyta*.

По числу видов преобладали диатомовые (59% от всего видового состава фитопланктона) и зеленые водоросли (16%), значительный вклад в видовое разнообразие вносили также динофитовые (11%) и представители гаптофитовых и цианобактерий – по 7%. Диатомовые были представлены видами 21 рода: *Amphora* Ehr., *Cerataulina* Perag., *Chaetoceros* Ehr., *Coscinodiscus* Ehr., *Cyclotella* Kütz., *Cylindrotheca* Rabenh., *Dactyliosolen* Castr., *Detonula* Schütt, *Leptocylindrus* Cl., *Melosira* Ag., *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass., *Pleurosigma* W. Sm., *Pseudosolenia* Sündron, *Proboscica* Sündron, *Pseudo-nitzschia* H. Perag., *Skeletonema* Grev., *Stephanodiscus* Ehr., *Synedra* Ehr., *Thalassionema* Grun. ex Hust., *Thalassiosira* Cl. В период исследования в пелагиали было найдено большое количество бентосных форм микроводорослей, таких как *Amphora hyalina* Kütz., *Melosira moniliformes* (O.F. Müll.) C. Ag., *Pleurosigma elongatum* W. Sm., а также представители родов *Synedra* и *Navicula*. Это связано с активным гидродинамическим перемешиванием водной толщи в период зимних штормов и, как следствие, вымыванием в пелагиаль мелких донных диатомей. Зеленые были представлены видами родов *Hyaloraphidium* Pasch. et Korsch., *Kirchneriella* Schmidle, *Monoraphidium* Kom.-Legn., *Oocystis* A.Br., *Raphidocelis* Hind. и *Geminellopsis* Korsch. Отмеченный ранее в прибрежном фитоперифитоне Таганрогского залива Азовского моря *Geminellopsis fragilis* Korsch., нами был обнаружен в заметном количестве в планктоне и на отдельных станциях выступал в роли одного из видов-доминантов. Динофитовые были представлены немногочисленными видами родов *Amphidinium* Clap. et Lachm., *Cochlodinium* Schütt, *Gymnodinium* Stein и *Prorocentrum* Ehr. В этот период значительного развития большинство видов не получили и встречались единично, за исключением представителей рода *Prorocentrum*, которые отмечались на большей акватории Азовского моря. Так, эвригалинные виды *Prorocentrum micans* Ehr. и *P. minimum* (Pav.) Schill., доминировали среди динофитовых по численности и по биомассе.

Анализ количественных данных развития фитопланктона показал, что численность пелагических микроводорослей в Азовском море изменялась в широком диапазоне от 3,0 тыс. кл./л до 19,4 млн. кл./л, составляя в среднем 3,32 млн. кл./дм³. В фитоценозе Азовского моря на большинстве станций по численности преобладали диатомовые водоросли и цианобактерии, вклад их в общее количество микроводорослей составлял от 5% до 95%. На станции, расположенной в районе Керченского пролива, отмечалось абсолютное доминирование диатомовых и их вклад в общую численность превышал 95%. На станции, расположенной в Бердянском заливе и подверженной сильному береговому влиянию (7‰), наблюдалось практически полное доминирование цианобактерий, составляющие по численности более 65%. Необходимо отметить, что количественные показатели фитопланктона в зимний период зачастую превышали значения, полученные при исследовании в другие сезоны года, в частности в летний период [3].

На большинстве станций наблюдался полидоминантный комплекс с преобладанием четырех видов-доминантов *Oscillatoria amphibia* Ag., *Geminellopsis fragilis* и диатомовых *Pseudosolenia calcar-avis* (Schul.) Sunst. и *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., и лишь на отдельных станциях преобладал один или два вида. Максимальная численность фитопланктона 19,4 млн. кл./дм³ была зарегистрирована в прибрежной части Азовского моря за счет массового развития *O. amphibia* (17,27 млн. кл./дм³). “Цветение” воды, вызванное массовым развитием этого вида охватывало практически всю северо-западную часть Азовского моря. Значительный вклад в «цветение» воды вносили также *Skeletonema costatum* (7,8 млн. кл./л) и *Pseudosolenia calcaravis* (0,5 млн. кл./дм³).

Биомасса микроводорослей колебалась от 0,05 г/м³ до 45,25 г/м³, составляя в среднем 11,83 г/м³. Вклад в биомассу диатомовых составлял 79%, цианобактерий – 20%, динофитовых – 1%, остальных отделов – менее 1%, однако, распределение разных отделов микроводорослей по отдельным станциям было неоднородным. Диатомовые преобладали на большинстве станций и их вклад в общую биомассу составлял от 7% до 95%. Доминирование цианобактерий (до 93 %) было отмечено в северном и центральном районах моря, где отмечалось цветение *O. amphibia* (22,71 г/м³). Основной вклад в биомассу вносили также *P. calcar-avis* и *S. costatum* (1,63 г/м³). Максимальное значение биомассы (45,25 г/м³) было отмечено на станции, расположенной в предпроливной части Азовского моря, за счет массового развития крупноклеточной диатомеи

Pseudosolenia calcar-avis, біомаса которой на этой станции достигала 44,37 г/м³. Высокие значения биомассы (более 5 г/м³) были отмечены практически на всех станциях, где регистрировались “цветения” видов-доминантов. С учетом мелководности Азовского моря и активного перемешивания водных масс в период зимних штормов, количественные показатели фитопланктона в придонном слое существенно не отличались от таковых на поверхности.

Выводы

Таким образом, полученные в ходе исследования данные показали, что в зимний сезон, традиционно считающийся периодом пассивности фитопланктонных организмов, в Азовском море проходят процессы активного развития фитопланктонного сообщества. Так, “цветениями” одного или нескольких одновременно видов была охвачена практически вся обследованная акватория украинского сектора Азовского моря, а количественные показатели превышали таковые весеннего и летнего периодов года [1, 3].

В условиях эвтрофикации и повышения среднегодовых температур в процессе глобального потепления следует уделять особое внимание зимнему мониторингу мелководных морских экосистем, каковым является Азовское море.

1. Ларионов В.В. Общие закономерности развития фитопланктонных сообществ эстуарных областей Азовского и северных морей России / Ларионов В.В., Макаревич П.Р. // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – С. 88–97.
2. Макаревич П.Р. Фитопланктонное сообщество Таганрогского залива Азовского моря в зимний период / П.Р. Макаревич, В.В. Ларионов, К.В. Кренёва // Экология моря. – 2006. – Вып. 71. – С. 73–78.
3. Макаревич П.Р. Особенности строения фитопланктонных сообществ в зонах градиентов солёности бассейна Азовского моря / Макаревич П.Р., Ларионов В.В. // Альгология. – 2006 – Т. 16, № 2. – С. 216–226.

Г.В. Теренко, М.О. Грандова

Український науковий центр екології моря, Одеса

СУЧАСНИЙ СТАН ФІТОПЛАНКТОННОГО УГРУПОВАННЯ УКРАЇНСЬКОГО СЕКТОРУ АЗОВСЬКОГО МОРЯ В ГРУДНІ 2009 р.

Вперше приведені результати досліджень зимового фітопланктону для української ділянки Азовського моря. У зимовий період виявлено 55 видів мікроводоростей. Виявлені обширні зони моря, охоплені “цвітінням” води, викликані масовим розвитком діатомових і синьо-зелених водоростей.

Ключові слова: фітопланктон, “цвітіння” води, пелагічний альгоценоз, Азовське море

G.V. Terenko, M.A. Grandova

Ukrainian Scientific Center of Sea Ecology, Odessa

CONTEMPORARY STATE OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY OF THE UKRAINIAN SECTOR OF SEA OF AZOV IN DECEMBER, 2009

For the first time results of researches of a winter phytoplankton for the Ukrainian part of the Azov Sea are resulted. During the winter period 55 species of microalgae are found. The extensive zones of the sea captured by blooms of water, caused by mass development diatom and blue-green algae are found out.

Key words: phytoplankton, sea of Azov

УДК 582.252 (262.5)

Л. М. ТЕРЕНЬКО

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

БЕНТОСНЫЕ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТЫ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

Впервые приведены результаты исследований видового состава бентосных динофлагеллят морских поверхностных осадков. В результате предварительных исследований сублиторальных морских песков Одесского залива Черного моря обнаружено 17 видов динофлагеллят, относящихся к 7 родам.

Ключевые слова: верхняя сублитораль, Одесский залив, Черное море, бентосные динофлагелляты, поверхностные осадки

Бентосные динофлагелляты – довольно разнообразная, но до сих пор малоизученная группа микроводорослей. Наряду с диатомовыми микрофитобентоса они играют важную роль в образовании и трансформации органических веществ в сублиторальных экосистемах морских песков. Изучение бентосных динофлагеллят было начато в начале прошлого века [1] и наибольшую активность получило в конце прошлого и начале нынешнего столетия [2–4]. В результате этих исследований в морских поверхностных осадках было обнаружено около 160 видов бентосных (псаммофильных и эпифитных) динофлагеллят [5]. Однако, по сравнению с относительно хорошо изученной группой планктонных динофлагеллят, эта группа до сих пор остается слабо изученной, а о бентосных динофлагеллятах Черного моря информация вовсе отсутствует.

В соответствии с этим, основной целью настоящих исследований было изучение флористического состава динофлагеллят из поверхностных осадков Черного моря.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили пробы песка, отобранные в Одесском заливе Черного моря с января по октябрь 2008–2009 гг. Верхние 3–5 см песчаного грунта отбирали от зоны заплеска до глубины 1–2 м. Песок взмучивали в фильтрованной морской воде, затем полученную суспензию последовательно фильтровали через газ с диаметром пор 80 мкм и 20 мкм. Полученную фракцию динофлагеллят исследовали под световым микроскопом при увеличении $\times 400$ и $\times 1000$.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований сублиторальных морских песков Одесского залива Черного моря обнаружено 17 видов динофлагеллят из 7 родов. Среди обнаруженных бентосных динофлагеллят 2 рода – *Amphidiniopsis* и *Sabulodinium* и 11 видов ранее не были отмечены в Черном море. Из обнаруженных нами видов, для 5-ти не была определена видовая принадлежность. Таксономический состав бентосных динофлагеллят (Dinoflagellates) дан согласно системы *Fensome et al.*, 1993 (табл.).

Таблица

Таксономический состав бентосных динофлагеллят

Порядок	Семейство	Род	Вид
Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum emarginatum</i> Fukuyo, 1981 <i>P. fukuyoi</i> sp. nov., 2007 (52,5–40,6 мкм) <i>P. lima</i> (Ehr.) Dodge 1975 <i>Prorocentrum</i> sp. (23,2–17,4 мкм)
Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i> <i>Gyrodinium</i> <i>Amphidinium</i>	<i>Gymnodinium</i> sp. (26,1–23,2 мкм) <i>Gyrodinium oblongum</i> J. Larsen et Patterson 1990 <i>Amphidinium glabrum</i> Hoppenrath et Okolodkov, 2000 <i>A. herdmannii</i> Kofoed & Swezy, 1921 <i>A. operculatum</i> Clap. et Lachm., 1859 <i>A. scissum</i> Kofoed et Swezy, 1921 <i>A. semilunatum</i> Herdman 1924 <i>Amphidinium</i> sp. (26,1–17,4 мкм)
Peridinales	Thecadiniaceae	<i>Thecadinium</i> <i>Sabulodinium</i> <i>Amphidiniopsis</i>	<i>Thecadinium</i> sp. <i>Sabulodinium undulatum</i> Hoppenrath, Selina et al., 2007 <i>Amphidiniopsis korawalensis</i> Murray et Patterson, 2002 <i>A. swedmarkii</i> (Balech) Dodge 1982 <i>Amphidiniopsis</i> sp.

В поверхностных осадках обнаружены представители 3-х основных порядков динофлагеллят Prorocentrales, Gymnodiniales и Peridinales, из них 2 последних, как и в планктоне, представлены наиболее разнообразно. Впервые отмечены представители типично бентосных родов *Thecadinium*, *Sabulodinium* и *Amphidiniopsis*. Наиболее широко представлены 2 рода – *Amphidinium* (6 видов) и *Prorocentrum* (4 вида). Среди представителей этих родов обнаружены представители потенциально токсичных видов *Prorocentrum lima* и *Amphidinium operculatum*. Наиболее распространенными видами в песках верхней сублиторали северо-западной части Черного моря были *Prorocentrum fukuyoi*, *Amphidinium semilunatum*, *Amphidiniopsis swedmarkii* и *Gymnodinium* sp.

В морских песках динофлагелляты были отмечены в течение всего периода наблюдений. Видовое богатство возрастало с ростом температуры: в июне зарегистрировано 12, а в январе – 5 видов бентосных динофлагеллят. Среди обнаруженных видов динофлагеллят встречались как миксотрофные, так и гетеротрофные виды.

Выводы

Таким образом, пески верхней сублиторали Одесского залива Черного моря населяет разнообразная, резко отличающаяся от планктона по видовому составу группа бентосных динофлагеллят, которые присутствуют в песках в течение всего года и достигают наибольшего разнообразия в июне. Исследования данной группы в Черном море проведены впервые и требуют дальнейшего продолжения.

Автор благодарна к.б.н. М.С. Селиной (Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Россия) за оказанную помощь в освоении методики работы и определении бентосных динофлагеллят.

1. Herdman E.C. Notes on dinoflagellates and other organisms causing discolouration of the sand at Port Erin. II. (1921) / E.C. Herdman // Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. – 1922. – Vol. 36. – P. 15–30.
2. Hoppenrath M. Morphology and taxonomy of the marine sand-dwelling genus *Thecadinium* (Dinophyceae), with the description of two new species from the North German Wadden Sea / M. Hoppenrath // Phycologia – 2000. – Vol. 39(2). – P. 96–108.
3. Murray S. The benthic dinoflagellate genus *Amphidinium* in south-eastern Australian waters, including three new species / Murray S., Patterson D.J. // Eur. J. of Phycol. – 2002. – Vol. 37 – P. 279–298.
4. Selina M S. Morphology of *Sinophysis minima* sp. nov. and three *Sinophysis* species (Dinophyceae, Dinophysiales) from the Sea of Japan / Selina M.S., Hoppenrath M. // Phycol. Res. – 2004 – Vol. 52 – P. 149–159.
5. Taylor F.R. Dinoflagellate diversity and distribution / F.R. Taylor, M. Hoppenrath, J.F. Saldarriaga // Biodivers. Conserv. – 2008 – Vol. 17. – P. 407–418.

Л.М. Теренько

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

БЕНТОСНІ ДІНОФЛАГЕЛЛЯТИ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ

Вперше подаються результати досліджень видового складу бентосних дінофлагеллят морських поверхневих осадів. В результаті попередніх досліджень субліторальних морських пісків Одеської затоки Чорного моря виявлено 17 видів дінофлагеллят, що відносяться до 7 родів.

Ключові слова: верхня сублітораль, Одеська затока, Чорне море, бентосні дінофлагелляти, поверхневі осади

L. M. Teren'ko

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

BENTHOS DINOFLAGELLATY OF ODESSA GULF OF BLACK SEA

For the first time the investigation of biodiversity marine sand-dwelling dinoflagellates has been conducted. As a result of preliminary researches of the sublittoral marine sand in the Odessa Bay of Black Sea 17 species of benthic dinoflagellates from 7 genus were revealed.

Key words: subeulittoral, Odesa gulf, Black sea, benthos dinoflagellates, superficial sinking

УДК 628.193:665.61:574.587 (262.5)

Е.А.ТИХОНОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ МОЛЛЮСКАМИ *ABRA SEGMENTUM* В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Экспериментальные исследования по влиянию нефтяных углеводородов на моллюсков *A. segmentum* показали, что этот вид является достаточно устойчивыми к нефтяному загрязнению. Определена концентрация нефти в донных осадках, вызывающая 50% гибель абр в течение 5 суток – 1522 мг/100 г возд.–сух. д. о.

Ключевые слова: накопление, выведение, нефтяные углеводороды, моллюски *Abra segmentum*

Широко используемые в настоящее время для оценки нефтяного загрязнения водных экосистем химические методы малоинформативны, так как они характеризуют экологическую ситуацию только для периода отбора проб и по ограниченному перечню гидрохимических показателей. Для повышения информативности исследований в некоторых ситуациях целесообразно использовать и экспериментальные методы, которые позволяют определить степень вредности для биоты комплексного воздействия загрязнителя.

В условиях ограниченности пространства бухты по ряду объективных причин (аккумуляция поллютантов в придонных слоях воды и отложениях, ограниченная лабильность организмов зообентоса, значительная длительность жизненных циклов) донные сообщества дают интегральную оценку состояния водной среды. По их состоянию можно определить не только степень загрязнения донных ценозов, но и его характер [3].

Экспериментальные исследования проводились на моллюсках *Abra segmentum* (Récluz, 1843), которые являются массовыми представителями черноморского макрозообентоса, и обитают в исследуемой акватории в достаточном для их изучения количестве [1].

Материал и методы исследований

Пробы донных осадков и бентосных моллюсков *A. segmentum* отбирали в весенне–летний период 2007 г. в акватории нефтегазани (Севастопольская бухта, Чёрное море).

Часть исходного донного осадка высушивали до воздушно-сухого состояния и в нём определяли содержание нефтяных углеводородов (НУ) методом ИК-спектрометрии на IR – 75, что служило контрольным образцом для концентрации нефтепродуктов. Содержание нефти в донных отложениях первоначально составила 350 мг/100 г воздушно–сухого донного осадка (возд.–сух. д. о.). Оставшуюся часть донного осадка помещали в три аквариума объёмом 26 дм³. В грунт добавляли сырую нефть, которую тщательно перемешивали с ним, в трёх различных концентрациях. Рабочая концентрация в аквариуме № 1 – 739 мг/100 г возд.–сух. д. о., № 2 – 1477 мг/100 г возд.–сух. д. о., № 3 – 1512 мг/100 г возд.–сух. д. о. Далее из исходного донного осадка отбирали абр (в среднем по 30 особей) и переносили в экспериментальные ёмкости.

На загрязнённом нефтью донном осадке *A. segmentum* находилась 5 дней. Это обусловлено тем, что в наши задачи входило исследование как процессов накопления НУ гидробионтами, так и выведение их из организмов. Для решения поставленных задач необходимо было отбирать фекалии. Нужное их количество вырабатывалось *A. segmentum* именно в течение 5 дней. Далее часть особей (24–25 экземпляров) помещали в аквариумы с морской водой из Севастопольской бухты на 5 дней, после чего отбирали фекалии. В оставшихся особях определяли НУ по [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Поведение *A. segmentum* в аквариумах – контрольном и с концентрациями № 1, № 2 – было одинаковым: при посадке в донный осадок они быстро зарывались, выставляя наружу сифоны, и в течение 5 суток активность особей не изменялась. По выставленным наружу и интенсивно вращающимся сифонам определяли жизнеспособность моллюсков. При увеличении концентрации нефтепродуктов в донных осадках (критическая концентрация 1512 мг/ 100 г возд.–сух. д. о.) уже на следующие сутки была отмечена пониженная активность особей, а на его поверхности были обнаружены мёртвые *A. segmentum* (створки моллюсков были открыты), что позволяло подсчитать

количество бентосных организмов и соответственно процент их гибели. Таким образом, опытным путём была установлена летальная концентрация НУ в донных осадках (50% гибель наступила на 5 сутки) для *A. segmentum*, которая составила 1512 мг/100 г возд.–сух. д. о.

На рис. 1. представлены определённые концентрации НУ в моллюсках *A. segmentum* со стандартной ошибкой.

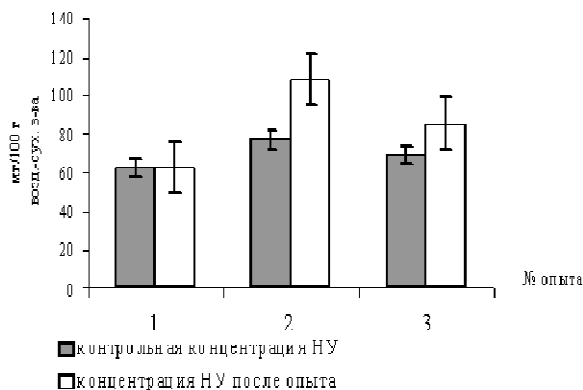


Рис. 1. Концентрации НУ в моллюсках *A. segmentum* до и после проведения эксперимента

В настоящем эксперименте отмечена общая тенденция к увеличению количества НУ в организмах *A. segmentum* после его завершения по сравнению с контрольными образцами. Однако, если поэтапно рассмотреть процесс взаимодействия абр с НУ (пересадку моллюсков в донный осадок с концентрациями № 1, № 2), то картина преобразования ими нефтепродуктов будет несколько иной. Так, количество НУ в контрольных организмах *A. segmentum* составляло в среднем 69,5 мг/100 г возд.–сух. в-ва, в грунте с концентрацией № 1 – 69,6 мг/100 г возд.–сух. в-ва, № 2 – 85,5 мг/100 г возд.–сух. в-ва. При увеличении концентрации нефтепродуктов в донных осадках выше контрольной в 2 раза («Опыт 1») содержание НУ в моллюсках практически не изменилось после 5 суток пребывания в нём. Это, возможно, связано с тем, что в акватории нефтегазавани, где были отобраны контрольные образцы донных отложений, встречаются участки с различным их содержанием (от 325,9 мг/100 г возд.–сух. д. о. до 856,6 мг/100 г возд.–сух. д. о.) [4]. Это позволяет сделать предположение, что данный диапазон концентраций НУ в донных осадках является комфортным для существования этого вида моллюсков.

При посадке абр в грунт с концентрацией № 2 («Опыт 2») в самих моллюсках увеличилось содержание НУ до 108,2 мг/100 г возд.–сух. в-ва (рис. 1). Эта концентрация достаточно близка к критической, при которой произошла 50% гибель организмов. Таким образом, у гидробионтов при указанных концентрациях поллютанта наступает переломный момент, и выведение токсических веществ либо прекращается, либо его интенсивность падает. Можно предположить, что увеличение количества НУ в моллюсках свидетельствует о начале их интоксикации нефтепродуктами.

Анализ процессов накопления и выведения НУ у моллюсков не будет полным без данных о содержании нефтепродуктов в фекалиях исследуемого вида. На рис. 2 приведены количественные показатели концентрации НУ в них.

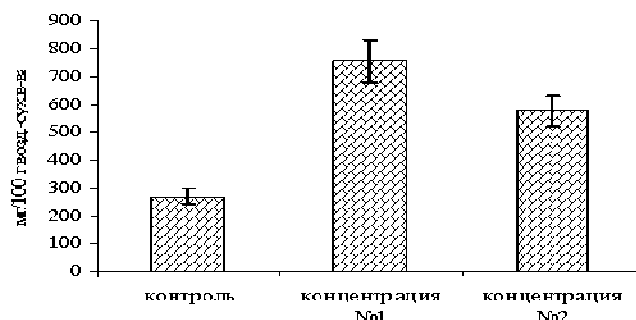


Рис. 2. Концентрация НУ в фекалиях *A. segmentum*

В контрольном образце фекалий НУ содержалось в среднем 268,6 мг/100 г возд.–сух. в-ва, в аквариумах № 1 – 754,4 мг/100 г возд.–сух. в-ва, № 2 – 575,2 мг/100 г возд.–сух. в-ва.

Выводы

При первоначальном увеличении количества нефтепродуктов в донных осадках до 739 мг/100 г возд.–сух. д. о. интенсифицировался процесс выведения опасных компонентов из обитающих в них организмов *A. segmentum*. Далее при увеличении концентрации НУ в донных осадках до критической (1512 мг/100 г возд.–сух. д. о.) моллюски не могут справиться с таким количеством загрязняющих веществ, в результате чего замедляются процессы их жизнедеятельности, в том числе и выведение токсикантов. Это подтверждают и полученные нами данные о содержании НУ в фекалиях.

1. Алёмов С.В. Сообщества макрозообентоса в регионе г. Севастополя: современное состояние и многолетние тренды / С.В.Алёмов // Наук. зап. Тернопільського нац-го педагог. університету ім. Гнатюка. Сер.: Біологія. Спец. вип. «Гідроекологія». – 2005. – № 4 (27). – С. 7–9.
2. Миронов О.Г. Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке / О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, С.В. Алёмов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
3. Рузанова А.И. Сравнительная оценка методов биоиндикации загрязнения водоемов по донным сообществам / А.И. Рузанова // Чтения памяти Ю.А. Львова. – Томск, 1995. – С. 225–228.
4. Тихонова Е.А. Определение нефтяных углеводородов в макрозообентосе Севастопольской бухты (Чёрное море) / Е.А. Тихонова // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 96–99.

О.А. Тихонова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ НАФТОВИХ ВУГЛЕВОДНІВ МОЛЮСКАМИ *ABRA SEGMENTUM* В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМОВАХ

Експериментальні дослідження впливу нафтових вуглеводнів на моллюсків *A. segmentum* показали, що цей вид є стійким до нафтового забруднення. Концентрація в донних осадах, що викликає загибель 50% абр протягом 5 діб становить 1522 мг/100 г пов.–сух. д. о.

Ключові слова: накопичення, виведення, нафтові вуглеводні, *Abra segmentum*

E. A. Tikhonova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

THE STUDY ON THE ACCUMULATION AND ELIMINATION OF OIL HYDROCARBONS OF MOLLUSKS *ABRA SEGMENTUM* IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

Experimental studies on the effect of oil hydrocarbons on molluscs *A. segmentum* showed that the investigated species is quite resistant to oil pollution. It was determined their concentration in bottom sediments, causing 50% loss of abra for 5 days, which amounts to 1522 mg/100 g dry–air b. s.

Key words: accumulation, leading out, oil hydrocarbons, *Abra segmentum*

УДК 574.9: 574.5(262.5)

Ю.Н. ТОКАРЕВ, В.Н. ЕРЕМЕЕВ, Г.Е. ШУЛЬМАН

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И БИОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧЕРНОМОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ

Установлено, что эволюция биоразнообразия черноморской экосистемы и её биоресурсного потенциала определяется рядом естественных и антропогенных факторов различной природы. Сохранение биоразнообразия экосистемы и рациональное использование её биоресурсного потенциала связано с реализацией комплекса межгосударственных и общественных мероприятий,

направленных на реконструкцию, стабилизацию и охрану этого уникального морского бассейна, согласованной системы мониторинга пелагических и донных региональных сообществ.

Ключевые слова: планктон, бентос, рыбы, пелагиаль, Черное море

Под влиянием антропогенного воздействия (увеличившийся биогенный сток, дампинг, неконтролируемый перелов ценных видов рыб) видовая структура и функциональные характеристики экосистемы Черного моря претерпели в 70-е и 80-е годы прошлого столетия драматические изменения [23]. Многократно выросла эвтрофикация, вызвавшая “цветение” динофлагеллят (красные приливы), обеднение кислородом обширных шельфовых акваторий, заморы рыб и т.д.

Начиная с середины 90-х годов отмечены некоторые признаки улучшения видовой структуры экосистемы Черного моря и её функционирования. Однако причины этого не до конца ясны. С одной стороны это могло быть следствием уменьшения антропогенной нагрузки. В то же время существенного снижения поступления биогенных элементов с береговым стоком не выявлено [16]. Поэтому остается вероятной и другая, природная причина – изменение климата.

Существующая неопределённость с оценкой причин долговременных изменений пелагических и донных биоценозов Черного моря вызвала необходимость проведения ряда специальных исследований, выполненных в последнее десятилетие [13, 17, 18, 23], не давших, тем не менее, окончательного ответа.

Материал и методы исследований

Анализ эволюции экосистемы Черного моря базируется на материалах многочисленных отечественных и иностранных научных экспедиций, выполненных с 1960 г. по 2007 г. в различные регионы этого бассейна. На рис. 1 в качестве примера приведено расположение станций, на которых собирались пробы ихтиопланктона в период 1988–1996 на НИС “Профессор Водяницкий” (ИнБИОМ НАН Украины, Севастополь) и НИС “Билим” (Институт морских наук, Эрдемли, Турция) [14].

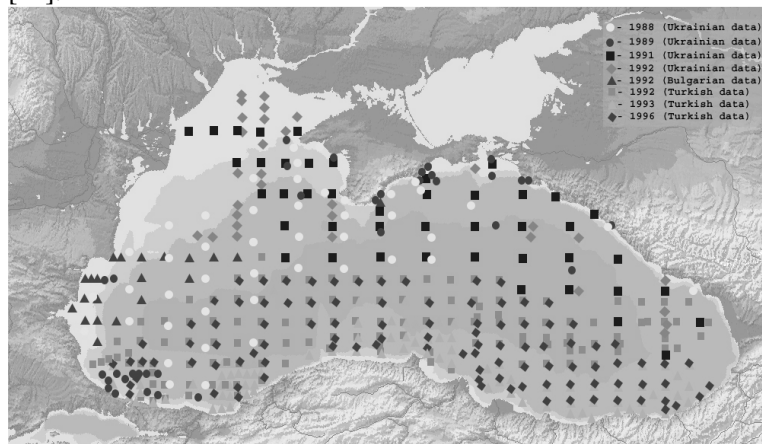


Рис. 1. Положение станций сбора ихтиопланктонных проб в Черном море в 1988–1996 гг. [14]

Функциональное состояние экосистемы оценивали по параметрам поля биолуминесценции и его пространственной структуры, которые исследовали методом многократного батифотометрического зондирования [22], используя гидробиофизический комплекс «Сальпа» [24] и «Сальпа-М» [9].

Весь полученный материал по биологическим и абиотическим параметрам среды подвергался различным формам математической обработки. Для каждого вида определяли среднюю численность (N , экз·м⁻²) и среднюю биомассу (B , г/м²). Доминирование видов изучали с помощью индекса Симпсона и индекса Бергера-Паркера, а видовое разнообразие - по индексу Шеннона [6].

Более детально особенности применяемого оборудования, методики сбора и обработки проб гидробионтов приведены в ряде работ [7, 14, 21, 23].

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что антропогенная нагрузка снижает темпы роста составляющих ее сообществ, уменьшает уровень обмена и усвоения пищи, а также приводит к подавлению механизмов гомеостаза [12]. В силу вышесказанного в результате многократно выросшего в 70–80-е годы антропогенного пресса произошло резкое сокращение филлофорного “поля Зерова”, единственного в мире скопления неприкрепленной филлофоры, что по мнению Н.А. Мильчаковой (2003) явилось

крупнейшая экологической катастрофой в бассейне Черного моря – (рис. 2). Большинство исследователей считают причиной этого явилось снижение прозрачности воды, из-за эвтрофирования экосистемы северо-западной части Черного моря, а также не контролируемая добыча филофоры для получения агароида.

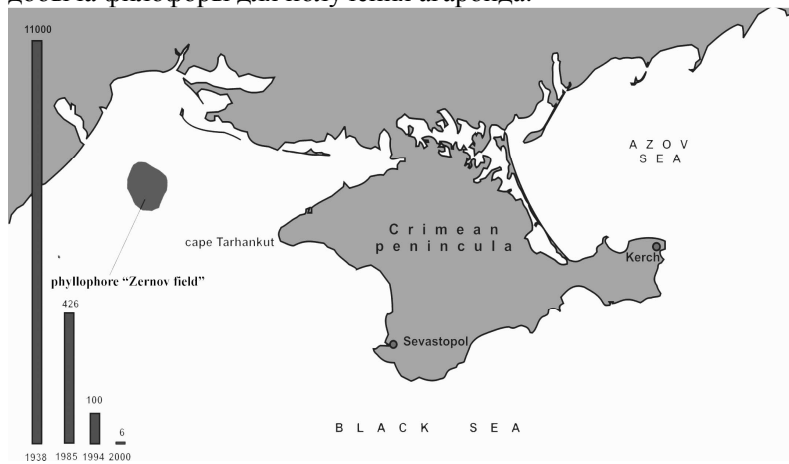


Рис. 2.
Долгопериодные
изменения
биомассы
“филофорного
поля Зернова” в
Черном море [7]

Существенные изменения коснулись и сообществ макрозообентоса в прибрежной зоне Крыма [6] (рис. 3 и 4). Так, на примере сообщества *Chamelea gallina* показано, что повышение уровня эвтрофирования вызвало 20-ти кратное увеличение средней численности и биомассы его видов в период с 1973 г. по 1998 г. при существенном уменьшении биоразнообразия за этот период.

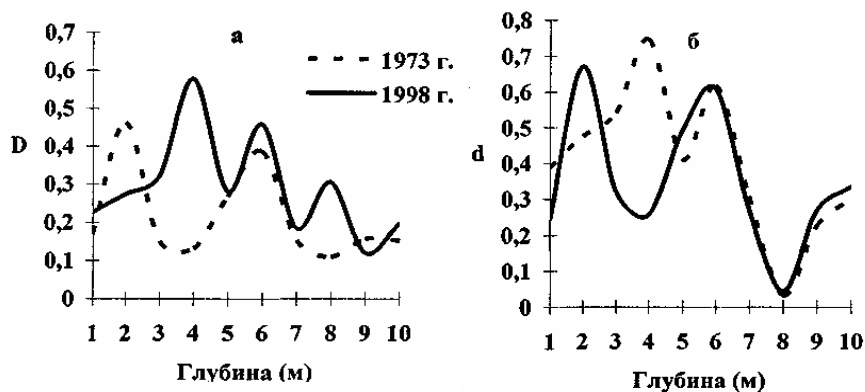


Рис. 3. Изменения индексов доминирования в сообществе *Chamelea gallina* в Лисьей бухте: индекс Симпсона (а) и индекс Бергера-Паркера (б) [6]

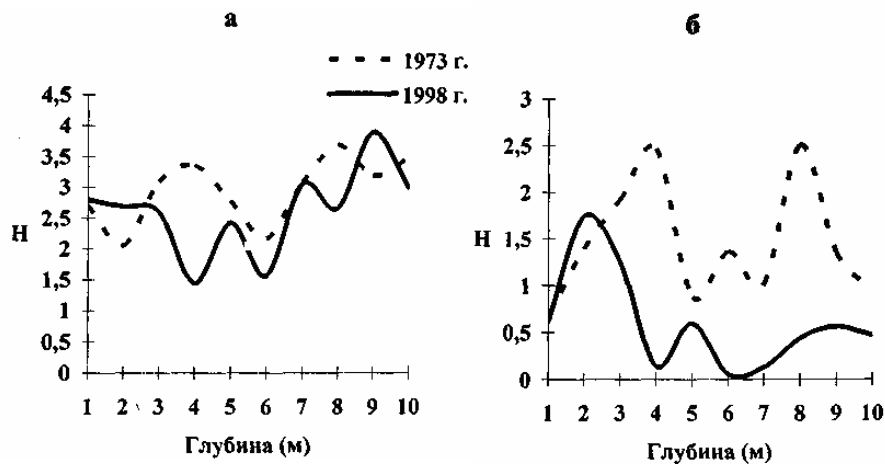


Рис. 4. Изменения индекса видового разнообразия (индекс Шеннона, H) для численности и биомассы (а и б, соответственно) сообщества *Chamelea gallina* в бухте Лисья [6]

Наиболее значимые изменения планктонного сообщества, обусловившие модификацию пищевых цепей различных сообществ черноморской экосистемы, произошли в результате вторжения в Черное море гребневика *Mnemiopsis leidyi* в начале 80-х годов прошлого столетия и коснулись ее планктона. Общее число видов копепод в Севастопольском регионе уменьшилось с 13 до 7, а их численность – в 12 раз [4,15].

Произошедшие изменения негативно отразились на состоянии рыбных ресурсов Азово-Черноморского бассейна. Так, в начале двадцатого века промысловая ихтиофауна неритической зоны Крыма насчитывала около 50 видов, а ныне – только 27 [2]. При этом 88,3% вылова составляет сегодня черноморский шпрот, 10,7% – азовская и черноморская хамса и только около 1% – остальные виды.

Таким образом, в прибрежной зоне Крыма, по сравнению с началом прошлого века большинство указанных ранее видов потеряли хозяйственное значение, их вылов либо сократился на 1–3 порядка, либо отсутствует вовсе.

На фоне мощного антропогенного воздействия в значительной степени затухает роль климатических факторов, носящих как региональный, так и более общий, глобальный характер. Вместе с тем, в динамике численности и биомассы динофлагеллят и копепод, а также в колебаниях запасов и уловов пелагических рыб прослеживаются параллели с соответствующими изменениями в планктоне и ихтиофауне Средиземного моря и Атлантического океана [20]. Это, по-видимому, связано с глобальными процессами атмосферной и водной циркуляций, флюктуациями температуры и поля плотности в Мировом масштабе [19].

Необходимость учета климатических факторов отметила, в частности, на примере сезонной динамики структуры зоопланктонного сообщества в 1999–2003 гг. Е.С. Губарева с соавторами (2004). Авторы показали очевидную тенденцию к восстановлению черноморской экосистемы, вызванную, в частности, сбалансированным чередованием максимумов развития гребневиков *M. leidyi* и *B. ovata* (рис. 5).

В результате заметно увеличилась встречаемость аборигенных видов, численность и биомасса фито-, зоо-, ихтиопланктона, рыб, бентосных животных. Так, среднегодовая численность планктонных ракообразных в 2000 г. и 2003 г. возросла по сравнению с 1998 г. в 6,4 и 8,5 раз соответственно [5].

Полученные выводы подтверждаются также результатами изучения наполненности желудков личинок рыб, выявивших основные тренды состояния ихтиоценоза в Черном море: ухудшение условий выживания личинок с конца 80-х до середины 90-х гг. прошлого столетия и постепенное улучшение этих условий в начале нового столетия [3] (рис. 6).

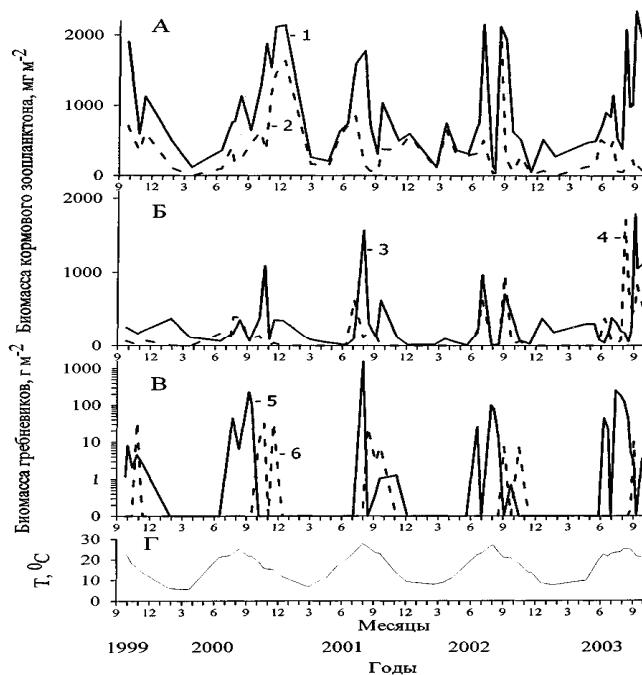


Рис. 5. Биомасса кормового зоопланктона (А, Б), ктенофор (В) и поверхностной температуры воды (Г): 1 – весь кормовой зоопланктон; 2 – меропланктон; 3 – Copepoda; 4 – Cladocera; 5 – *Mnemiopsis leidyi*; 6 – *Beroe ovali* [3]

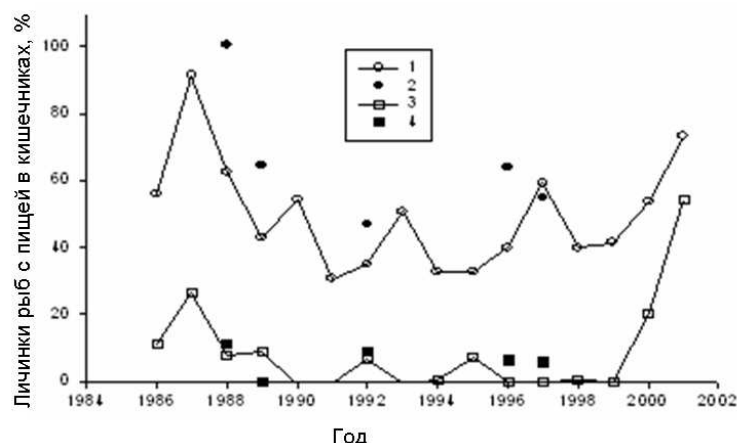


Рис. 6. Доля личинок рыб с пищей в кишечниках в Черном море за период 1986-2001 гг. Северная половина моря: 1 – бычки и собачки, 2 – хамса; южная половина моря: 3 – бычки и собачки, 4 – хамса[2]

Одним из тревожных для состояния черноморской экосистемы остаётся процесс вселения в Черное море новых видов из других районов Мирового океана. Так, только в период с 1995 г. по 2002 г. список видов-вселенцев Черного моря вырос с 26 до 140 [1] (табл. 1).

Таблиця 1

Количество видов вселенцев, зарегистрированных в Черном море в последнее десятилетие [1]

Год	ПВ	МФ	БП	Р	М	Всего
1995		1	15	10		26
1999	3	2	29	5		39
2000	7	3	30	13	5	58
2001	7	4	40	9	5	65
2002	29	38	53	15	5	140

Обозначения:
 ПВ – планктонные водоросли;
 МФ – макрофиты;
 БП – беспозвоночные;
 Р – рыбы;
 М – млекопитающие

Уже акклиматизировались в Черном море тихоокеанская устрица *Ostrea gigas*, двустворчатый моллюск *Scapharca enaequivalvis* (*Cunearca cornea*), гастропода *Rapana thomasi*, дальневосточная кефаль, пиленгас *Mugil soiu* и др., ставшие конкурентами местной биоты и нарушившие природный баланс. Так, вселение североамериканского гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Черное море в начале 1980-х годов вызвало экономические потери только из-за снижения запасов хамсы, оцениваемые в 240 млн. дол. в год [25].

Последствия интродукции и инвазии новых для черноморской экосистемы видов подчеркнули недостаточность наших знаний о ее функционировании. На это обстоятельство указывает также открытие, сделанное доктором Н.Г. Сергеевой, обнаружившей в сероводородной зоне в пробах грунта на глубинах от 700 м до 2200 м многие аэробные формы многоклеточных животных, большинство из которых неизвестны науке [21]. В результате ею предложена новая концепция зональности распределения живого вещества в Черном море, существенно изменившая существовавшие до сих пор представления.

В тоже время эти новые результаты явились еще одним подтверждением постулата, что под биоразнообразием следует понимать не только видовую вариабельность биоты, но и различия метаболических стратегий гидробионтов, обеспечивающих их устойчивое существование в меняющейся среде. Это выдвигает проблему изучения не только структурного, но и функционального биоразнообразия черноморской биоты в число приоритетных [10].

Очевидная межгодовая изменчивость параметров черноморской предполагает выделение природных и антропогенных факторов в долгопериодных трендах как наиболее важную задачу. В частности, попытка установить влияние интенсивности коммерческих ловов рыбы на формирование рыбных запасов (с 70-х годов по настоящее время) и определение их роли в структурных и функциональных изменениях экосистемы была выполнена В. Еремеевым и Г. Зуевым (2007). Анализ показал, что интенсивное рыболовство в 1970–1980 гг. 20-го столетия в Черном море, будучи одним из главных и важных сфер экономической активности прибрежных государств, вызвало значительные качественные и количественные деформации экосистемы (рис. 7).

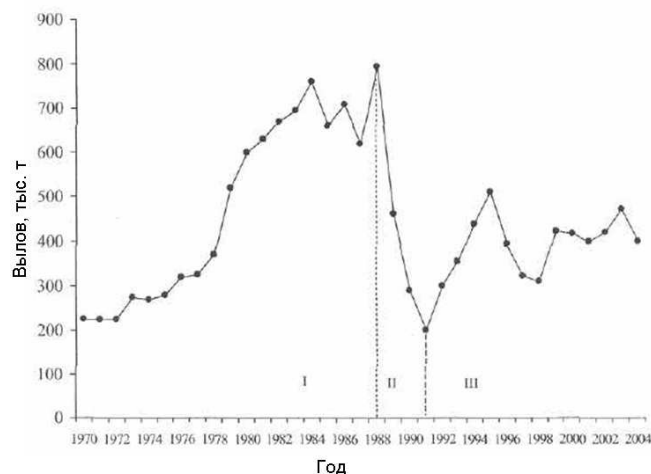


Рис. 7. Основные периоды развития коммерческого рыболовства в Черном море в 1970-2004 гг.: I. – Возрастание уловов; II. – Резкое уменьшение вылова; III. – Восстановление уловов (Eremeev, Zuyev, 2007)

Другое мнение на долгопериодную изменчивость ключевых звеньев экосистемы Черного моря высказано при анализе корреляции между запасами мелких пелагических рыб и биомассой фитопланктона за последние 40 лет [11]. Было определено, что в результате произошедшей в эти периоды эвтрофикации произошла модификация видовой структуры фитопланктона. К примеру, доля диатомовых водорослей, составлявшая более 90% общей численности фитопланктона на черноморском шельфе, значительно уменьшилась и доминировать стали динофлагелляты, кокколитофорида и мелкие жгутиковые. Такие изменения в черноморской пелагиали отразились на всей структуре ее пищевой сети, включая верхнее звено экосистемы, и прежде всего, запасах мелких пелагических рыб [11]. Это привело к снижению экологической эффективности утилизации вещества и энергии в черноморской экосистеме в целом и нарушило ее устойчивость к неблагоприятным внешним воздействиям.

Сопоставление функциональных характеристик планктонного сообщества неритической зоны Крыма проведено путём сравнительной оценки амплитудных параметров биолюминесценции севастопольского побережья в мониторингах 1965–1967 гг. и 2007–2008 гг. (рис. 8). Как следует из представленного иллюстративного материала, несмотря на все катаклизмы 70–80-х годов прошлого столетия и глобальное потепление устойчивость планктонного сообщества Чёрного моря оказалась достаточной высокой, что демонстрирует уровень биолюминесценции исследованного региона. Вместе с тем, пик весеннего максимума развития фитопланктона и интенсивности формируемого им ПБ оказался смещённым почти на месяц ранее, а осенний пик биолюминесценции в прибрежной зоне Севастополя, напротив, оказался сдвинут на месяц позднее (рис. 8).

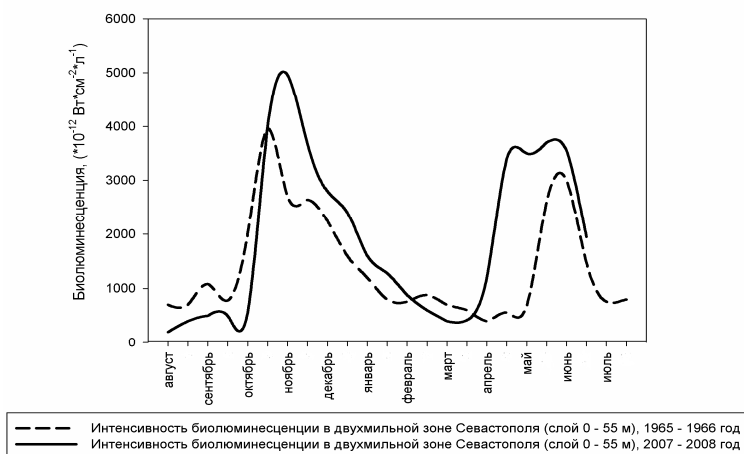


Рис. 8. Интенсивность биолюминесценции в севастопольском побережье при мониторингах 1965 – 1966 гг. и 2007 – 2008 гг.

Мы полагаем, что это следствие глобального потепления, поскольку средняя температура в слое 0–50 м осенью 2007–2008 гг. была на 1,0 °C, а весной на 0,8 °C выше, чем за аналогичный период 1965–1967 гг.

Выводы

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что эволюция биоразнообразия черноморской экосистемы и её биоресурсного потенциала определяется рядом естественных и антропогенных факторов различной природы. В связи с этим, сохранение биоразнообразия экосистемы и

рациональное использование её биоресурсного потенциала связано с реализацией большого комплекса межгосударственных и общественных мероприятий, направленных на реконструкцию, стабилизацию и охрану этого уникального морского бассейна, согласованной системы мониторинга пелагических и донных региональных сообществ.

Это подразумевает существенное укрепление научной кооперации в рамках международных и национальных проектов, координацию научных исследований и обмен получаемой информацией, регулирование рыболовства а также согласование национальных законодательных норм в области охраны среды, ее ресурсов и сохранения биоразнообразия.

Авторы считают своим долгом выразить глубокую благодарность всем коллегам, предоставившим материалы своих исследований для данной статьи и участвовавшим в дискуссиях при их обсуждении.

1. Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий / Б.Г. Александров // Морской экологический журнал. – 2003. – Т. 3, № 1. – С. 5–17.
2. Болтачев А.Р. Разнообразие пищевых рыб / А.Р. Болтачев // Современное состояние биологического разнообразия в прибрежной зоне Крыма (черноморский сектор). – ЭКОСИ: Гидрофизика. – Севастополь, 2003. – С. 409–424.
3. Гордина А.Д. Видовой состав рыб Черного моря около Севастополя как индикатор текущего состояния прибрежной экосистемы юго-западной части Крымского шельфа / А.Д. Гордина, Л.П. Салехова, Т.Н. Климова // Морской Экологический Журнал. – 2004, № 3. – Р. 15–24.
4. Губанова А.Д. Многолетняя динамика мезоопланктона (на примере Copepoda) в Севастопольской бухте с 1976 по 1996 гг. / [А.Д. Губанова, И.Г. Поликарпов, М.А. Сабурова, И.Ю. Прусова] // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 537–545.
5. Губарева Е.С. Состояние зоопланктонного сообщества в Севастопольской бухте после вселения ктенофоры *Vtiroe ovata* в Черное море (1999–2003) / Е.С. Губарева, Л.С. Светличный, З.Р. Романова [и др.] // Морской гидрофизический журнал. – К.: МГИ НАНУ, 2004. – Т. 3, № 1. – С. 39–46.
6. Мазлумян С.А. Анализ долговременных изменений разнообразия бентоса в бухте Лисья (юго-восточное побережья Крыма) / С.А. Мазлумян, Н.А. Болтачева, Е.А. Колесникова // Морской экологический журнал. – 2004. – Т. 3, № 1. – Р. 59–72.
7. Мильчакова Н.А. Макрофитобентос / Н. А. Мильчакова; ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–208.
8. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов / Ю.Н. Токарев. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
9. Токарев Ю.Н. Новый гидробиофизический комплекс для экспрессной оценки состояния прибрежных экосистем / Ю.Н. Токарев, В.И. Василенко, В.Ф. Жук // Современные методы и средства океанологических исследований. Мат. XI межд. научно-техн. конф. – Москва: Изд-во РАН, 2009. – Ч. 3. – С. 23–27.
10. Шульман Г.Е. Функциональное разнообразие как важный фактор существования биотических компонент экосистем / Шульман Г.Е., Токарев Ю.Н. // Морской экологический журнал. – 2006. – Т. 5, № 1. – С. 35–56.
11. Юнев О.А. Соотношение запасов мелких пелагических рыб и биомассы фитопланктона как индикатор состояния экосистемы пелагиали Черного моря / [О.А. Юнев, Г.Е. Шульман, Т.В. Юнева, С. Мончева] // Доклады РАН. – 2009. – Т. 428, № 3. – С. 426–429.
12. Dorigan J.V. Physiological responses of marine organisms to environmental stresses / Dorigan J.V., Harrison F.L. – Washington: U.S. Department of Energy, 1987. – 501 p.
13. Eremeev V.N. Commercial Fishery Impact on the Modern Black Sea Ecosystem: a Review / Eremeev V.N., Zuyev G.V. // Turkish J. of Fishery and Aquatic Sciences. – 2007. – N 7. – P. 75–82.
14. Gordina A.D. State of summer ichthyoplankton in the Black Sea / A.D. Gordina, U.Niermann, A.E. Kideys [et al.] // Ecosystem modeling as a management tool for the Black Sea. – Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. – N 1. – P. 367–378.
15. Gubanova A.D. Dramatic change in the Copepod community in Sevastopol Bay (Black Sea) during two Decades (1976–1996) / A.D. Gubanova, I.Yu. Prusova, N.V. Shadrin [et al.] // Senckenbergiana maritime. – 2001. – Vol. 31. – P. 17–27.
16. Konovalov S.K. Variations in the chemistry of the Black Sea on a time scale of decades (1960–1995) / Konovalov S.K., Murray J.W. // J. Marine Systems. – 2001. – Vol. 31. – P. 217–243.
17. Kovalev A.V. The Black Sea Zooplankton: composition, spatial/temporal distribution and history of investigations / A.V. Kovalev, V.A. Skryabin, Yu. A. Zagorodnyaya [et al.] // Turk. J. of Zoology. – 1999. – Vol. 23, N 2. – P. 195–209.
18. Niermann U. Fluctuations of pelagic species of the open Black Sea during 1980–1995 and possible teleconnections / U. Niermann, A.E. Kideys, A.V. Kovalev [et al.] // Environmental degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies. – Netherlands: Kluwer Acad, 1999. – P. 147–173.
19. Piontkovski S.A. Copepod species diversity and climate variability in the tropical Atlantic Ocean / Piontkovski S.A., Landry M.R. // Fish. Oceanogr. – 2003. – Vol. 12, № 4/5. – P. 352–359.
20. Relini G. Fishery and aquaculture relationship in the Mediterranean: present and future / G. Relini // Mediterr. Mar. Sci. – 2003. – Vol. 4, N 2. – P. 125–124.

21. *Sergeeva. N.G.* Meiobentos of deep-water anoxic hydrogen sulphide zone of the Black Sea / N.G. Sergeeva. // Proceeding of the Second International Conference on Oceanography of the Mediterranean and Black Sea. Similarities and differences of two interconnected basins. – Ankara: Tubitak Publishers, 2003. – P. 880–887.
22. *Tokarev Yu.N.* The bioluminescence field as an indicator of the spatial structure and physiological state of the planktonic community at the Mediterranean sea basin / Yu.N. Tokarev, E.P. Bitukov, R. Williams [et al.] // The eastern Mediterranean as a laboratory basin for the assessment of contrasting ecosystems. – The Netherlands, 1999. – P. 407–416.
23. *Tokarev Yu.* Biodiversity in the Black Sea : effects of climate and anthropogenic factors / Tokarev Yu., Shulman G. // Hydrobiologia. – 2007. – N 80. – P. 23–33.
24. *Vasilenko V.I.* Hydrobiophysical device “SALPA” of Institute of Biology of the Southern Seas used for bioluminescent investigation of the upper layers of the ocean / V.I. Vasilenko, E.P. Bitukov, B.G. Sokolov [et al.] // Bioluminescence and Chemiluminescence. Molecular reporting with photons. – N.-Y.: J. Wiley & Sons, 1997. – P. 549–552.
25. *Zaitsev Yu.* Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas / Zaitsev Yu., Ozturk B. – Istanbul: Turkish Marine Research Foundation, 2001. – 265 p.

Ю.М. Токарев, В.Н. Еремеев, Г.Є. Шульман

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

БІОРИЗНОМАНІТТЯ І БІОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЧОРНОМОРСЬКОЇ ЕКОСИСТЕМИ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОГНОЗ

Встановлено, що еволюція біорізноманіття чорноморської екосистеми і її біоресурсного потенціалу визначається низкою природних і антропогенних чинників різної природи. Збереження біорізноманіття екосистеми і раціональне використання її біоресурсного потенціалу пов'язане з реалізацією комплексу міждержавних і суспільних заходів, спрямованих на реконструкцію, стабілізацію і охорону цього унікального морського басейну, погодженої системи моніторингу пелагічних і донних регіональних угруповань.

Ключові слова: планктон, бентос, риби, пелагіаль, Черне море

Yu.V. Tokarev, V.N. Eremeev, G.E. Shul'man

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

BIODIVERSITY AND BIORESOURCE POTENTIAL OF BLACK SEA ECOSYSTEM: MODERN STATE AND PROGNOSIS

It is set that the evolution of biodiversity of black sea ecosystem and its bioresource potential is determined by the row of natural and anthropogenic factors of different nature. The maintainance of biodiversity of ecosystem and rational use of its bioresource potential is related to realization of complex of intergovernmental and public measures, directed on a reconstruction, stabilizing and guard of this unique marine pool, concerted system of monitoring of pelagial and ground regional associations.

Key words: plankton, benthos, fishess, pelagial, Black sea

УДК 574 (262.5)

О.А. ТРОЩЕНКО, В.А. ГРИНЦОВ, В.И. ГУБАНОВ, И.К. ЕВСТИГНЕЕВА,
Н.К. РЕВКОВ, А.А.СУББОТИН, И.Н. ТАНКОВСКАЯ

Институт биологии южных морей НАН Украины
посп. Нахимова, 2 Севастополь 99011

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНА МЫСА ПЛАКА (КРЫМ)

Охарактеризовано экологическое состояние прибрежно-аквального комплекса района мыса Плака. Отмечено, что это уникальный район на южном побережье Крыма не имеющий аналогов.

Ключевые слова: гидролого-гидрохимические показатели, макроальгофлора, таксономический состав, экологические группы

Изучение экологической ситуации в прибрежной зоне имеет большое научное и практическое значение. Особенно это важно для охраняемых (хотя бы частично) акваторий, где сохранились

относительно неизменные естественные биотопы. Прибрежный аквальный комплекс около м. Плака был утвержден памятником природы местного значения (ППМ) решением Крымского облисполкома № 97 от 22 февраля 1972 г. Здесь находятся оригинальные морские биогеоценозы, однако видовой состав их, условия среды обитания и динамики изучены пока только в общих чертах.

С целью уточнения современного экологического состояния акватории, прилегающей к м. Плака, в мае 2006 года сотрудниками ИнБЮМ НАНУ были выполнены комплексные исследования по схеме станций, представленных на рис. 1.

Материал и методы исследований

Отбор проб и анализ гидролого-гидрохимических показателей выполнялись по стандартным методикам [3, 7]. Для определения содержания нефтепродуктов использовалась тонкослойная хроматография, а тяжелых металлов – метод атомной абсорбции.

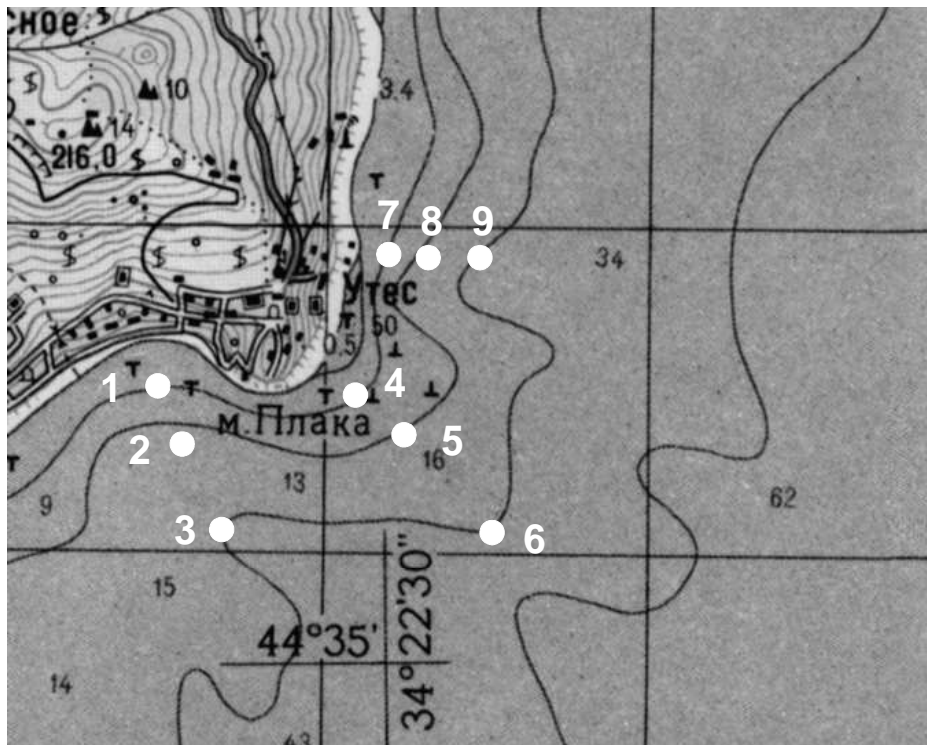


Рис.1 Схема станций отбора проб у м. Плака

Донная растительность изучалась на глубинах от 0,5 м до 10,0 м методом гидробиотанической съемки. На малых глубинах закладывали по четыре пробных площадки металлической рамкой размером 25×25 см, на больших – по две – размером 50×50 см. При взятии альгологических проб определяли проективное покрытие дна растительностью (%). При обработке проб определяли видовой состав водорослей, их биомассу, экологический состав по признакам сапробности, галобности, продолжительности вегетации и встречаемости в Черном море [1, 2]. Для описания структуры фитоценозов рассчитывали коэффициент встречаемости общности видов по Жаккару и индекс Фельдмана [6].

Сбор материалов для анализа зообентоса в биотопе рыхлых грунтов проводился ручным водолазным дночерпателем с площадью захвата 0,1 м² в двух повторностях. Обработка материалов выполнена по стандартным методикам [4]. Исследования сообщества твердых субстратов проводились на трех горизонтах 0,4 м и 6,0 м. Пробы отбирали с площадок в несколько раз больше принятых для обычного изучения обрастаний (25×25 вместо 10×10) для учета редких видов.

Результаты исследований и их обсуждение

В районе м. Плака наблюдается хороший водообмен – как горизонтальный, так и вертикальный. Вертикальному водообмену способствует наличие большого числа естественных подводных рифов.

Направленность течений ~80% случаев совпадает с направленностью береговой линии при средних скоростях 10–20 см/с.

По основным показателям естественного гидрохимического режима воды района, прилегающие к м. Плака можно классифицировать как “чистые”.

Рассматривая взаимодействие термохалинных и гидрохимических показателей можно отметить, что значимая корреляционная связь ($r=0,6-1,0$) наблюдается между: температурой и соленостью, растворенным кислородом; соленостью и кислородом, биохимическим потреблением кислорода; кислородом и биохимическим потреблением кислорода, аммонийным азотом; биохимическим потреблением кислорода и нитратным и нитритным азотом.

Результаты анализов донных отложений показали, что техногенные загрязняющие вещества присутствовали во всех пробах. Наибольшие концентрации характерны для цинка, свинца и меди, наименьшие – для ртути и кадмия. Следует отметить, что по сравнению с другими районами южного берега Крыма (ЮБК) содержание как тяжелых металлов, так и нефтепродуктов, в донных отложениях района исследований значительно ниже.

Макроальгофлора акватории м. Плака представлена 71 видом, 44 родами, 26 семействами и 18 порядками (36%, 53, 50 и 86% соответственно числа этих же таксонов в фитобентосе ЮБК), что свидетельствует о ее высоком разнообразии [5]. Ядро флоры сформировано красными водорослями (Rh), а значение индекса Фельдмана позволяет отнести ее к субтропической. Отделы водорослей отличаются по степени таксономического разнообразия. Число порядков и семейств Phaeophyta (Ph) втрое выше, чем у Chlorophyta (Ch). Разнообразие надвидовых таксонов Rh приблизительно то же, что и у Ph. Лидирующее положение среди Rh и во всей альгофлоре м. Плака занимают порядок Ceramiales, семейства Rhodomelaceae, Ceramiaceae и род *Polysiphonia*.

Сравнительный анализ показал, что наибольшим таксономическим разнообразием отличается фитобиота бентоса, а наименьшим – скал и волнореза. Выявлено, что треть видов Ch и Ph – одинаково характерны для обрастания скалы и волнореза. Видовой состав Rh и Ph перифитона существенно отличается от такового в бентосе.

Число видов во многих экологических группах увеличивается в ряду: ценозы волнореза>скалы>фитобентоса. Обрастание скалы отличается от фитобентоса преобладанием доли видов ведущей, солоноватоводно-морской и мезосапробной групп. В остальном оно занимает промежуточное положение или совпадает с таковым на искусственном субстрате. Обрастание волнореза отличается от других ценозов более высокой долей видов большинства групп.

Состав и фитомасса фитобентоса акватории м. Плака подвержены батиметрической изменчивости. Видовое и родовое обилие, насыщенность видами редкой, многолетней, морской, солоноватоводно-морской и олигосапробной групп постепенно нарастают в диапазоне глубин от 1 до 10 м. Биомасса фитоценозов широко варьирует с максимумом на малых глубинах и минимумом на больших.

Среди доминантов макроальгоценозов акватории мыса преобладают Rh и Ph, основная часть которых принадлежит к солоноватоводно-морской, ведущей, однолетней, олиго- и полисапробной группам. Среди содоминантов главенствуют Ph из ведущей, морской, солоноватоводно-морской и всех групп с разным сроком вегетации.

В биотопе рыхлых грунтов обнаружены представители 92 видов. В пробах присутствовали представители практически всех крупных и обычных для Черного моря таксонов макро и мейобентоса.

Количество видов макрозообентоса, обнаруженных на полигоне (15–30 видов) превышает аналогичные средние (16–18 видов) для сходных глубин у Крымского побережья.

Анализ имеющегося материала по качественному составу макрозообентоса показал существенное преобладание (по количеству видов) моллюсков над всеми остальными формами бентоса.

С удалением от берега и увеличением глубины биомасса зообентоса увеличивается. Ее наибольшие значения (244 г/м^2) находятся на максимальной из исследованных глубин (15 м). Наибольшая доля в общей биомассе здесь принадлежит двустворчатым моллюскам (95% от общей биомассы зообентоса), среди которых наиболее высокие биомассы имеют *Anadara inaequivalves* и *Chamelea gallina*. Их суммарный вклад в биомассу оценивается в 93%.

В районе м. Плака отмечается богатое видами беспозвоночных сообщество обрастания. Общий список зарегистрированных видов обрастания на скалах мыса включает 62 вида

беспозвоночных, относящихся к 15 таксонам: Porifera, Coelenterata, Turbellaria, Polychaeta, Cirripedia, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Pantopoda, Loricata, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, Ascidiacea. Из них 5 видов считаются редкими и малочисленными а 3 отмечены эпизодически или в последние годы. Это разноногий рак *Jassa marmorata*, оболочник *Didemnum maculosum* и морской паук *Achelia echinata*.

Наибольшей биомассы достигали мшанки *Scrupocellaria bertoletii*, а также двустворчатые моллюски *Mytilaster lineatus* и *Mytilus galloprovincialis*. Из всех исследованных таксономических групп наибольшее видовое разнообразие было отмечено для разноногих раков (17 видов). Именно в этой группе больше всего редких и малочисленных видов. Следующим таксоном по видовому разнообразию являются многощетинковые черви (Polychaeta – 10 видов). По 5 видов имеют десятиногие раки (Decapoda) и мшанки (Bryozoa). Распределение остальных видов между таксонами колеблется от 1 до 3 видов.

Выводы

В целом можно отметить, что район м. Плака является уникальным для ЮБК. С точки зрения качества воды, уровня загрязненности грунтов, потенциалу биоразнообразия он не имеет себе подобных.

1. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. / А.Д. Зинова. – М.: Наука, 1967 – 397 с.
2. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. / А.А. Калугина-Гутник – К.: Наук. думка, 1975. – 248 с.
3. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
4. Методы изучения морского зообентоса: [руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под редакцией А.В. Цыбань]. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 150–165.
5. Мильчакова Н.А. Макрофитобентос / Н. А. Мильчакова // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) – Севастополь : НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–191.
6. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / сост. Б.М. Миркин [и др.] – М.: Наука, 1989. – 223 с.
7. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 725 с.

О.А. Трощенко, В.А. Гринцов, В.І. Губанов, І.К. Евстигнеева, Н.К. Ревков, А.А. Субботін,
І.Н. Танковська

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РАЙОНУ МИСУ ПЛАКА (КРИМ)

Показан екологічний стан прибрежно-аквального комплексу району мису Плака. Відмічено, що це унікальний район на південному узбережжі Криму, немаючий аналогів.

Ключові слова: гідролого-гідрохімічні показники, макроальгофлора, таксономічний склад, екологічні групи

О.А. Troshchenko, V.A. Grintsov, V.I. Gubanov, I.K. Evstigneeva, N.K. Revkov, A.A. Subbotin,
I.N. Tankovskaya

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

COMPLEX RESEARCHES OF THE ECOLOGICAL STATE OF DISTRICT OF CAPE OF PLAKA (CRIMEA)

The ecological condition of coastal aquatic complex area of cape Placa is shown. It is noted that this is a unique area on the southern coast Crimea has no analogues.

Key words: hydrological and hydrochemical indexes, macroalgoflora, taxonomical composition, ecological groups

УДК [593.8:591.13]

Г.А.ФИНЕНКО, Н.А.ДАЦЫК, З.А.РОМАНОВА, Г. И. АБОЛМАСОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ВРЕМЯ ПЕРЕВАРИВАНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПИТАНИЯ ЛОПАСТНОГО ГРЕБНЕВИКА *MNEMIOPSIS LEIDYI* В ОНТОГЕНЕЗЕ

В лабораторных экспериментах и в природе изучено влияние ряда факторов (вид пищи, размер хищника и жертвы) на пищевые характеристики (время переваривания, скорость потребления пищи и облавливаемый объем воды) в онтогенезе вселенца в Черное море гребневика *Mnemiopsis leidyi*. Проанализированы сходства и различия этих показателей у личинок и взрослых животных.

Ключевые слова: гребневик, время переваривания, скорость питания, облавливаемый объем воды

Гребневики *Mnemiopsis leidyi* играют важную роль во многих морских пелагических экосистемах как активные хищники, снижающие численность зоопланктона и рыб либо путем прямого потребления, либо через конкуренцию. Закономерности питания взрослых гребневиков активно изучались в лабораторных экспериментах и *in situ* [2–4], в то время, как трофическая экология ранних стадий гребневиков и их роль в пищевой цепи остаются до сих пор малоисследованными.

В работе проведено сравнение особенностей питания мнемииопсиса на стадии личинок и взрослых животных, полученных в экспериментах.

Материал и методы исследований

Время переваривания пищи изучали на личинках и взрослых животных в размерном диапазоне 0,5–50 мм в трех сериях экспериментов. Дизайн опытов был одинаков с небольшими различиями в отдельных сериях, связанных с размерами животных и видом пищи. В первой серии изучали время переваривания у личинок размером 0,5–9 мм. Предварительно голодавших в течение нескольких часов личинок содержали индивидуально в 0,5–1 дм³ сосудах с заданной концентрацией корма в течение 30 мин., после чего животных отсаживали, просчитывали количество жертв в гастральной полости и наблюдали процесс переваривания пищи под биноклем при естественном освещении до его полного завершения. В качестве пищи в экспериментах использовали 9 видов пищевых объектов, различающихся по размерам более чем на порядок (от 0,15 мм – науплии акарии – до 2,0 мм – личинки креветок).

Вторая серия опытов была проведена на взрослых животных размером 20–50 мм на моновидовом корме (1–2 – дневные науплиусы артемий длиной 0,5–1,0 мм). Животных содержали индивидуально в 5 л сосудах в течение 20 мин. Далее все наблюдения проводили как в опытах с личинками. Температура воды в обеих сериях была 23±2⁰С.

Третья серия выполнена на животных от 3 мм до 50 мм длиной с естественным зоопланктоном в качестве пищи при естественной температуре (9–25⁰С). В конце экспериментов измеряли орально- аборальную длину животных, после чего взрослых гребневиков взвешивали, а вес личинок рассчитывали по формуле

Опыты по интенсивности питания личинок мнемииопсиса были проведены на естественном микрозоопланктонном сообществе, включающем инфузорий и многоклеточный микрозоопланктон по методике, описанной в [1]. Интенсивность питания взрослых гребневиков, помимо лабораторных исследований на моновидовом корме (науплиусы артемии) при трех концентрациях пищи (5 экз/дм³, 15 и 50 экз/дм³) оценивали по наблюдениям за составом пищи в природных условиях. Мнемииопсисов с пищей в гастральной полости фиксировали 1 % раствором формальдегида. Жертв просчитывали тотально стандартным методом счета зоопланктона.

Результаты исследований и их обсуждение

Время переваривания. Время переваривания пищи в онтогенезе мнемииопсисов изменяется в пределах 1 – 2 час в диапазоне температуры 22–24⁰С при потреблении мезозоопланктона (табл. 1). Тем не менее, отмечены некоторые особенности в питании гребневиков в зависимости от стадии развития. Так, в отличие от взрослых животных, время переваривания у личинок зависело от количества жертв в гастральной полости и их размеров: у 4-мм личинок при увеличении количества коловраток с 2 до 6 экз оно увеличивалось с 0,3 ч до 1 ч; мелкие коловратки (0,35–0,4 мм) переваривались в 6 раз быстрее личинок креветок (1,8 мм). На природной смеси зоопланктона, состоящей из взрослых акарий (0,9 мм) и пенилий (0,7 мм) личинки размером 3–10 мм

переваривали жертвы за $1,8 \pm 0,6$ ч. Выявлена тесная связь времени переваривания с размерами личинок. Нормирование времени переваривания на длину потребителей и количество захваченных жертв показало, что все размерные группы личинок наиболее быстро переваривали самые мелкие жертвы – науплиев акарий, при этом время переваривания данного вида корма сокращалось по мере увеличения длины личинок. Размер жертв оказывался решающим фактором, но, кроме того, особенности морфологии (наличие раковины или жесткого панциря) также имели значение. Так, велигеры бивальвий, снабженные раковинной, переваривались медленнее коловраток того же размера.

Таблица 1

Время переваривания пищи разноразмерными гребневыми при температуре $22-24^{\circ}\text{C}$

Длина, мм	Время переваривания, ч	Количество жертв	Число измерений	Вид пищи
3–10	$1,8 \pm 0,6$	1–10	14	Естественный зоопланктон
4	0,6–2,1	1–10	15	коловратки
20–30	$0,9 \pm 0,3$	1–17	16	Науплии артемий
20–30	$1,0 \pm 0,3$	3–36	6	Естественный зоопланктон
30–40	$1,0 \pm 0,5$	3–22	6	Естественный зоопланктон
40–50	$1,1 \pm 0,3$	3–22	9	Естественный зоопланктон
40–50	$1,3 \pm 0,4$	7–70	19	Науплии артемий

У взрослых гребневиков, напротив, тенденция увеличения времени переваривания с возрастанием количества жертв в гастральной полости либо отсутствовала, либо была очень слабо выражена как на моновидовом корме, так и при потреблении смеси зоопланктона (преимущественно акарий и пенилии). Связь продолжительности переваривания с размерами потребителя отмечена и у взрослых животных: у 20–30 миллиметровых животных при температуре 26°C при питании науплиями артемий она составляла $0,86 \pm 0,32$ ч, у 40–50 мм – $1,29 \pm 0,38$ ч при высокой степени достоверности различий двух средних величин.

Время переваривания связано с температурой: в размерной группе животных 30–40 мм в интервале температуры $10-22^{\circ}\text{C}$ $Q_{10}=2,2$.

Интенсивность питания. Как на личинках при питании микрозоопланктоном, так и на взрослых гребневыми на мезозоопланктоне установлен единый характер зависимости количества потребленной пищи от ее концентрации: пропорциональное увеличение скорости потребления с увеличением плотности пищи. При этом объем воды, освобождаемый животными от жертв в единицу времени, оставался постоянным независимо от пищевых условий. Основным фактором, определяющим величину освобожденного (осветленного) объема воды у личинок и взрослых гребневиков является их вес. При питании микрозоопланктоном величина освещенного личинками объема воды, как и суточный рацион, рассчитанные на единицу массы тела, снижались при потреблении обоих компонентов (инфузории и многоклеточный микрозоопланктон) с увеличением массы потребителя.

Таблица 2

Осветленный объем воды ($\text{дм}^3 \text{ мг } \text{C}^{-1} \text{ ч}^{-1}$) разноразмерными личинками *M. leidyi* при потреблении многоклеточного и одноклеточного (инфузории) микрозоопланктона

Многоклеточный микрозоопланктон					
С лич., mg	L лич., mm	Науплии Copepoda	Копеподиты	Велигеры Bivalvia	Среднее
0,001	0,7	3,7	8,1	8,5	6,1
0,005	1,6	1,6	1,9	1,4	1,6
0,01	2,5	1,1	1,1	0,7	0,9
Инфузории					
C, mg	L, mm	<i>Str. wulffi</i>	<i>Str. conicum</i>	<i>Strobilidium sp.</i>	Среднее
0,001	0,7	6,4	14,9	8,1	9,8
0,005	1,6	2,9	3,8	3,1	3,3
0,01	2,5	2,0	2,1	2,0	2,0

Суммарный суточный рацион на микрозоопланктоне был очень высок у самых мелких личинок (0,25 мм) (2550% С тела) и снижался до 56% при увеличении размера тела до 3 мм. Основную часть суточного рациона у мелких личинок составляли инфузории (до 82%); их доля снижалась до 10–18% по мере роста личинок. Таким образом, в онтогенезе гребневиков происходит сдвиг от микропланктонной диеты с доминированием простейших в сторону многоклеточной диеты, а затем переход на мезозоопланктон.

Удельные суточные рационы взрослых мнемипсисов на естественном мезопланктоне, оцененные для природных условий, были значительно ниже, чем у личинок. В сходных температурных условиях (22–24°C) они изменялись от 1,5% до 25% массы тела, выраженной в углероде. Также как у личинок, величина осветленного объема воды тесно коррелировала с массой тела потребителя. Облавливаемый объем воды у личинок изменялся от 1,1 мл экз⁻¹ч⁻¹ до 77,2 мл экз⁻¹ч⁻¹, у взрослых гребневиков от 10 мл до 10 л экз⁻¹ч⁻¹ и зависел от размера потребителя, жертв и таксономического состава пищевых объектов.

1. *Время переваривания пищи и интенсивность питания личинок гребневика Mnemiopsis leidy A. Agassiz (Ctenophora, Lobata) / Г.А. Финенко, Т.В. Павловская, З.А. Романова [и др.] // Морской экологический журнал. – 2008 – Т. 7, № 3. – С. 61–74.*
2. *Финенко Г. Популяционная динамика и энергетика гребневика Mnemiopsis leidy / Финенко Г.А., Романова З.А. // Океанология. – 2000. – Т. 40, № 5. – С. 720–728.*
3. *Purcell J.E. Extension of methods for jellyfish and ctenophore trophic ecology to large-scale research / J.E. Purcell // Hydrobiologia. – 2009. – Vol. 616. – P. 23–50.*
4. *Reeve M.R. Laboratory studies of ingestion and food utilization in lobate and tentaculate Ctenophores / M.R. Reeve, M.A. Walter, T. Ikeda // Limnology and Oceanography. – 1978 – Vol. 23, N 4. – P. 40–51.*

Г.А.Фіненко, Н.А.Дацик, З.А.Романова, Г.І. Аболмасова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ЧАС ПЕРЕТРАВЛЮВАННЯ І ІНТЕНСИВНІСТЬ ЖИВЛЕННЯ ЛОПАТЕВОГО ГРЕБНЕВИКА *MNEMIOPSIS LEIDYI* У ОНТОГЕНЕЗІ

В лабораторних експериментах та в природі вивчено вплив низки факторів (вид їжі, розмір хижаків та жертви) на харчові характеристики (час перетравлювання, швидкість споживання та об'єм води, звільнений від харчових організмів) в онтогенезі вселенця в Чорне море реброплава *Mnemiopsis leidy*. Проаналізовано спільність та відмінність цих показників у личинок та дорослих тварин.

Ключові слова: гребневик, час перетравлювання, швидкість живлення, об'єм води

G.A.Finenko, N.A.Datsyk, Z.A.Romanova, G. I. Abolmasova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

TIME OF OVERCOOKING AND INTENSITY OF FEED OF BLADE CTENOPHORA OF *MNEMIOPSIS LEIDYI* IN ONTOGENESIS

Effect of some factors (food type, size of predator and prey) on the feeding characteristics (digestion time, ingestion and clearance rates) in ontogenesis of ctenophore invader to the Black Sea *Mnemiopsis leidy* were studied both in the laboratory experiments and in nature. Similarity and differences of these indices are analyzed in larvae and adult *Mnemiopsis leidy*.

Key words: Ctenophora, time overcooking, speed feed, volume water

УДК 591.15:594.1(262.5+262.54)

Н.Л. ФІНОГЕНОВА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ МАС-РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА *ANADARA* *INAEQUIVALVIS* ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРИВ

Виявлено конхологічну мінливість молюсків різних біотопів. У двостулкового молюска *Anadara inaequalvis* з Жебриянської бухти і Азовського моря в онтогенезі виробляється пристосувальна реакція для зменшення щільності тіла молюска – відбувається “сплощення” стулок молюска.

Ключові слова: *Anadara inaequalvis*, Чорне море, Азовське море, зростання, онтогенез, конхологічна мінливість

Одним з першочергових завдань при дослідженні видів-вселенців є організація моніторингу інвазійного процесу та оцінка ризику впливу вселенців на аборигенні екосистеми. Такий моніторинг необхідний для визначення інвазійних коридорів, встановлення швидкості проникнення чужорідних видів у нові екосистеми, прогнозу інвазій і розробки превентивних заходів контролю за небажаними вселенцями.

Акліматизація виду при вселенні в нові умови є єдиним процесом освоєння певного середовища, але він складається з двох етапів, на кожному з яких відбувається утворення стійких самовідтворюючих популяцій. При пристосуванні до абіотичного середовища відбувається пристосування до біотичного середовища. На першому етапі відбувається пристосування і виживання особин на всіх стадіях їх розвитку при асиміляції ними нових елементів фізико-хімічного середовища та відповідної їжі, а на другому етапі – пристосування виду до нових чинників середовища та збільшення чисельності [2].

В останні роки в Чорному і Азовському морях успішно акліматизується двостулковий молюск *Anadara inaequalvis*. Новий вид швидко освоїв ці моря, потіснивши популяції місцевих видів і змінивши структуру і область поширення донних угруповань. Нині *A. inaequalvis* мешкає в Чорному морі вздовж усіх берегів на різних ґрунтах (мулистих, мулисто-піщаних, піщаних) і глибинах до 43 м. В Азовському морі вид заселив південну, західну і частково північну ділянки. Сучасне поширення *A. inaequalvis* є кінцевою стадією колонізації Азово-Чорноморського басейну в цілому [1, 3].

Точна реєстрація перших знахідок *A. inaequalvis* дозволяє прослідкувати зміни в біоценозах, темпи розселення нового виду, а також формування і виявлення адаптаційних можливостей молюска в нових умовах середовища.

Матеріал і методи досліджень

Проаналізовані зміни відносного росту двостулкового молюска *A. inaequalvis* в процесі заселення нових акваторій. Для дослідження використовували матеріал, отриманий в 1987–1989 рр. (перші знахідки *A. inaequalvis* в північно-західній частині Чорного моря та прикерченському районі Азовського моря) і матеріали останніх років – 2002–2005 рр. Порівнювали стан поселень *A. inaequalvis* на першому етапі заселення і сучасний стан поселень. З цією метою були визначені морфо-функціональні характеристики молюсків з трьох районів: шельфу Болгарії (ґрунт – мулкий пісок, середні: $L_{cp}=28,95\pm0,89$, $H_{cp}=23,31\pm0,72$, $B_{cp}=20,24\pm0,70$), Жебриянської бухти (ґрунт – мул, середні: $L_{cp}=21,52\pm0,72$, $H_{cp}=17,46\pm0,59$, $B_{cp}=14,57\pm0,58$), та Азовського моря (ґрунт – мул, середні: $L_{cp}=28,13\pm1,77$, $H_{cp}=23,27\pm1,47$, $B_{cp}=19,23\pm1,46$). Всього проаналізовано 14 проб молюсків відібраних на глибинах від 7 м до 34 м. Отримано мас-розмірні і розмірні співвідношення:

$$LnY = a + bLnL, \quad (1)$$

де: Y – одна з характеристик молюска (W_F – фіксована загальна маса молюска, W_L – нефіксована (жива) загальна маса молюска W_{FT} – фіксована маса тканин молюска, W_{LT} – нефіксована (жива) маса тканин молюска W_D – суха маса молюска, W_{ST} – маса стулок молюска), L – довжина мушлі, H – висота і B – товщина мушлі a і b – коефіцієнти. При порівнянні масово-розмірних алометричних співвідношень враховували, що на значення коефіцієнта b впливає ступінь

дозрівання гонад молюсків, тому порівнювали значення коефіцієнта b , отримані за особинам, відібраними в однакові сезони.

Результати досліджень та їх обговорення

Багатофакторний дисперсійний аналіз, що враховує як основного чинника район збору, так і коваріації глибини і характер ґрунту, показав високу значимість міжрайонної мінливості різних характеристик мас молюска і розмірних характеристик черепашки *A. inaequalis*. Так, для спільної фіксованої маси молюска – $F=4,91$, $P=0,0084$, для маси фіксованих тканин – $F=3,44$, $P=0,0340$, для маси сухих тканин – $F=18,50$, $P<0,0001$, для маси стулок – $F=23,60$, $P<0,0001$; для L – $F=31,09$, $P<0,0001$, для H – $F=34,06$, $P<0,0001$, для B – $F=33,30$, $P<0,0001$.

При порівнянні значень коефіцієнтів b , що визначають швидкість відносного зростання молюска в досліджуваних етапах, достовірні відмінності виявлені у молюсків, відібраних восени на болгарському шельфі для співвідношень фіксованої маси тіла молюска до довжини ($F=7,06$, $P=0,0099$) і для сухої маси тіла молюска ($F=28,7$, $P<0,0001$). Осінні проби відбиралися в один і той самий час – 14.10.88 р. і 13.10.03 р. Можливо різниця в значеннях b для різних періодів пояснюється зміщенням термінів вимету статевих продуктів. Дозрівання статевих продуктів у *A. inaequalis* в Чорному морі відбувається наприкінці літа напочатку осені [4]. У всіх інших випадках відмінності коефіцієнтів b для мас-розмірних співвідношень в алометричних рівняннях недостовірні (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти рівнянь регресії для масово–розмірних співвідношень двостулкового молюска *A. inaequalis* (І період – 1987–1989 рр., ІІ період – 2000–2005 рр.)

Рівняння	Етап	сезон	а		б		R ²
			Середнє значення	Ст. помилка	Середнє значення	Ст. помилка	
Жебриянська бухта							
$\ln W_F=a+b\ln L$	I	весна	-7,884	0,559	2,991	0,186	0,99
	II	весна	-8,542	0,137	3,117	0,057	0,99
$\ln W_L=a+b\ln L$	I	осінь	-8,888	0,243	3,288	0,077	0,99
	II	осінь	-8,748	0,159	3,119	0,061	0,98
$\ln W_{LT}=a+b\ln L$	I	осінь	-10,839	0,523	3,409	0,156	0,99
	II	осінь	-10,564	0,283	3,276	0,110	0,95
$\ln W_D=a+b\ln L$	I	осінь	-11,107	0,554	2,889	0,182	0,99
	II	осінь	-12,174	0,253	3,138	0,096	0,96
$\ln W_{ST}=a+b\ln L$	I		8,901	0,149	3,094	0,440	0,98
	II		9,228	0,206	3,051	0,079	0,97
Болгарський шельф							
$\ln W_F=a+b\ln L$	I	літо	-8,347	0,426	3,051	0,123	0,97
	II	літо	-8,422	0,145	3,109	0,043	0,99
$\ln W_{FT}=a+b\ln L$	I	літо	-10,692	0,379	3,422	0,109	0,98
	II	літо	-10,474	0,217	3,201	0,063	0,98
	I	осінь	-10,191	0,159	3,139	0,053	0,98
	II	осінь	-8,259	0,364	2,595	0,103	0,97
$\ln W_D=a+b\ln L$	I	осінь	-12,524	0,149	3,284	0,049	0,99
	II	осінь	-9,053	0,350	2,450	0,099	0,97
$\ln W_{ST}=a+b\ln L$	I		-9,247	0,137	3,166	0,044	0,98
	II		-8,984	0,202	3,115	0,058	0,98
Азовське море							
$\ln W_F=a+b\ln L$	I	осінь	-8,323	0,534	3,114	0,154	0,97
	II	осінь	-8,409	0,229	3,029	0,074	0,99
$\ln W_{FT}=a+b\ln L$	I	осінь	-8,953	0,417	2,884	0,121	0,98
	II	осінь	-10,009	0,339	3,01	0,105	0,99
$\ln W_D=a+b\ln L$	I	осінь	-12,338	0,592	3,308	0,172	0,97
	II	осінь	-11,6408	0,441	2,933	0,144	0,98
$\ln W_{ST}=a+b\ln L$	I		-8,411	0,324	2,959	0,094	0,98
	II		-8,972	0,224	3,043	0,073	0,99

Примітка: W_F – фіксована загальна маса молюска, W_L – нефіксована (жива) загальна маса молюска W_{FT} – фіксована маса тканин молюска, W_{LT} – нефіксована (жива) маса тканин молюска W_D – суха маса молюска, W_{ST} – маса стулок молюска; L – довжина мушлі, мм; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Аналіз зміни пропорцій черепашки в онтогенезі молюсків показав часову і просторову мінливість для *A. inaequalvis* в Жебриянській бухті та Азовському морі. Так, для молюсків з Жебриянської бухти відмінності для значень коефіцієнта b між двома етапами достовірні для всіх розглянутих співвідношень – B/L ($F=5,48$, $P=0,0202$), H/L ($F=31,00$, $P<0,0001$), B/H ($F=108,85$, $P<0,0001$). Для молюсків Азовського моря значення коефіцієнта b достовірні для співвідношень B/L ($F=6,14$, $P=0,0214$) і B/H ($F=5,11$, $P=0,0346$). Для молюсків, відібраних на шельфі Болгарії, достовірної відмінності значень коефіцієнта b в алометричних співвідношеннях, отриманих у різні етапи, не виявлено (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти рівнянь регресії для розмірних співвідношень двостулкового молюска *A. inaequalvis* (І період – 1987–1989 рр., ІІ період – 2000–2005 рр.)

Рівняння	Етап	а		в		R ²
		Середнє значення	Ст. помилка	Середнє значення	Ст. помилка	
Жебриянська бухта						
$\ln B=a+b\ln L$	I	-0,7644	0,053	1,125	0,016	0,98
	II	-0,7373	0,047	1,067	0,019	0,97
$\ln H=a+b\ln L$	I	0,1579	0,041	0,896	0,012	0,98
	II	-0,3403	0,054	1,031	0,022	0,96
$\ln B=a+b\ln H$	I	-0,993	0,039	1,263	0,017	0,98
	II	-0,3202	0,039	1,001	0,017	0,97
Болгарський шельф						
$\ln B=a+b\ln L$	I	-1,009	0,045	1,182	0,014	0,98
	II	-0,9061	0,067	1,163	0,019	0,98
$\ln H=a+b\ln L$	I	-0,3103	0,048	1,027	0,015	0,98
	II	-0,1962	0,048	0,995	0,014	0,98
$\ln B=a+b\ln H$	I	-0,6258	0,040	1,143	0,014	0,98
	II	-0,6686	0,044	1,166	0,014	0,99
Азовське море						
$\ln B=a+b\ln L$	I	-1,247	0,198	1,260	0,051	0,98
	II	-0,7849	0,115	1,093	0,037	0,98
$\ln H=a+b\ln L$	I	-0,117	0,169	0,982	0,049	0,97
	II	-0,0,35	0,074	0,939	0,024	0,99
$\ln B=a+b\ln H$	I	-1,079	0,127	1,277	0,039	0,99
	II	-0,741	0,091	1,163	0,032	0,99

Примітки: L – довжина мушлі, мм.; H – висота мушлі, мм.; B – ширина мушлі, мм.; R^2 – коефіцієнт детермінації.

Очевидно, у *A. inaequalvis*, що мешкають на м'яких ґрунтах, в онтогенезі виробляється пристосувальна реакція для зменшення щільності тіла – відбувається “сплюснення” молюсків, а особливості гідрологічного режиму Азовського моря формують подовжену мушлю. Для порівняння, у особин, які живуть на глинистому ґрунті (шельф Румунії), співвідношення H до L становить 0,86, тобто відбувається сплюснення форми тіла і формується довга мушля – так звана “лижна адаптація” [5].

Висновки

Аналіз отриманих алометричних співвідношень свідчить про високу екологічну пластичність виду. У цілому для молюска *A. inaequalvis* в Чорному і Азовському морях характерний тип ізометричного росту. Кутовий коефіцієнт b рівняння (1) для масово-розмірних характеристик близький до 3 ($P<0,05$), а для розмірних характеристик – до 1 ($P<0,05$). Коливання значень коефіцієнтів пов'язані з адаптаційною мінливістю молюска у біотопах з різними гідрологічними, мікрокліматичними умовами та рівнями антропогенного навантаження.

1. Аністратенко В.В. Двостулковий молюск *Anadara inaequalvis* (BIVALVIA, ARCAIDAE) у північній частині Азовського моря: завершення колонізації Азово-Чорноморського басейну / Аністратенко В.В., Халіман І.А. // Вісник зоології – 2006. – № 6. – С. 505–511.
2. Карпівіч А.Ф. Теорія і практика акліматизації водних організмів / А.Ф. Карпівіч. – М., 1975. – 432 с.

3. Сучасний стан макробоентосу Азовського моря / М.В. Набоженко, І.В. Шохін, С.В. Сарвіліна, О.П. Коваленко // Вісник Південного наукового центру РАН. – 2006– Т. 2, № 2. – С. 83–92.
4. Чикина М.В. Аспекти біології розмноження *Scapharca inaequivalvis* (BIVALVIA, ARCAIDAE) у Чорному морі / М.В. Чикина, Г.А. Колучкіна, Н.В. Кучерук // Екологія моря – 2003. – Вип. 64. – С. 72–77.
5. Thayer C.W. Morphologic adaptations of benthic invertebrates to soft substrata / C.W. Thayer // J. Mar. Res. – 1975. – Vol. 33, № 2. – P. 177–189.

Н.Л. Финогонова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАСС-РАЗМЕРНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ANADARA INAEQUIVALVIS*
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

Виявлена конхологічна змінливість моллюсків різних біотопів. У двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* із Жебріянської бухти і Азовського моря в онтогенезі виробляється адаптивна реакція для зменшення щільності тіла моллюска – відбувається “уплощення” раковини.

Ключевые слова: Anadara inaequivalvis, Черное море, Азовское море, рост, онтогенез, конхологическая изменчивость

N.L. Finogenova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

**SPATIO-TEMPORAL CHANGEABILITY OF MASSES-SIZE DESCRIPTIONS OF BIVALVE
ANADARA INAEQUIVALVIS BLACK AND AZOV SEA**

Revealed conchological variability mollusks various habitats. In the bivalve *Anadara inaequivalvis* of Zhebriyanskoj Bay and Sea of Azov in the ontogenesis produced an adaptive response to reduce the density of the body clam – is “flattening” the shell.

Key words: Anadara inaequivalvis, Black Sea, Azov Sea, growth, ontogeny, conchological variability

УДК 504.064.3:581.526.323.3:581.526.44 (262.5)

К.С. ХОМОВА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

**ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ДИНАМІКИ АЛЬГОСИСТЕМИ
“БАЗИФІТ-ЕПІФІТ” НА ОДЕСЬКОМУ УЗБЕРЕЖЖІ**

Розглядаються закономірності вертикальної динаміки мікро- і макрокомпонентів альгосистеми “базифіт-епіфіт”, який розвивається на вертикальних поверхнях берегоукріплювальних споруд з різною освітленістю Одеського узбережжя.

Ключові слова: одноклітинні водорості, макрофіти, вертикальна динаміка, індекс поверхні

На Одеському узбережжі функціонує система берегоукріплювальних споруд – траверсів і хвилеломів, поверхня яких є основним біотопом для розвитку фітообростання. Фітообростання складається з двох різнорозмірних компонентів – багатоклітинних макрофітів і одноклітинних водоростей, які розвиваються на них. Враховуючи цілісність автотрофної ланки прибережних екосистем, макро- і мікрокомпоненти фітообростання розглядаються як єдина альгосистема “базифіт-епіфіт”.

Вертикальні стінки траверсів є найбільш зручними для спостереження за співвідношенням якісних (видовий склад) і кількісних (індекс поверхні) характеристик макро- і мікрокомпонентів альгосистеми “базифіт-епіфіт” залежно від глибини зростання.

Мета цієї роботи – визначити особливості вертикальної динаміки альгосистеми “базифіт-епіфіт” на Одеському узбережжі.

Матеріал і методи досліджень

Відбір матеріалу проводився протягом 2008–2009 рр. на Одеському узбережжі з вертикальних стінок траверсу. Вивчення вертикальної динаміки альгосистеми “базифіт-епіфіт” здійснювали з двох сторін траверсу – освітленої та затіненої. Проби відбирали з таких глибин – на освітленому боці траверсу виділили чотири горизонти (0 м, 0,5, 1 і 1,5 м), на затінений – два горизонти (0 м і 0,5 м).

Альгосистема “базифіт-епіфіт” характеризується кількісним показником індекс поверхні (ІП). Цей показник становить сумарну фотосинтезну поверхню одноклітинних і багатоклітинних водоростей, віднесена до одиниці площі субстрату. Співвідношення ІП мікро- і макрофітів в системі “базифіт-епіфіт” показує внесок в продукційний процес кожного з цих різномірних компонентів фітообростання.

Розрахунок ІП базифітного компонента альгосистеми “базифіт-епіфіт” здійснювали згідно стандартної методики [2]. ІП епіфітного компонента розраховували за методом прямого обрахунку (методом випадкових проріхваних полів зору), талом макрофіта з епіфітуючими на ньому мікроводоростями розглядається безпосередньо під мікроскопом, вимірюються розміри клітин епіфітів, визначається їхня чисельність [1]. Цей метод був спеціально модифікований для альгосистеми “базифіт-епіфіт” [3]. При морфо-функціональному підході для визначення ІП епіфітів метод прямого розрахунку є найбільш доцільним [4].

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті досліджень була встановлена залежність якісних і кількісних характеристик макро- і мікрокомпонентів альгосистеми “базифіт-епіфіт” залежно від глибини зростання та з урахуванням освітленої і затіненої сторони траверсу.

На освітленій стороні траверсу переважна роль епіфітного компонента спостерігається на невеликих глибинах (0 м і 0,5 м). На нижніх горизонтах (1 м і 1,5 м) ІП мікрофітів було менше, ніж ІП макрофітів (рис. 1). Це можна пояснити невеликою чисткою проективного покриття субстрату макроводоростями (5–25%) на горизонтах 1 м і 1,5 м.



Рис 1. Співвідношення ІП макро- і мікрокомпонентів альгосистеми “базифіт-епіфіт” на освітленій стороні траверсу залежно від горизонту

Переважна роль епіфітів на затіненій стороні траверсу спостерігається на горизонтах – 0 м і 0,5 м (рис. 2). Нижні горизонти на цьому боці траверсу не працюють, тому що на них фітообростання, як правило, не формується. Глибина 0 м є оптимальною для розвитку фітообростання на затіненому боці траверсу.

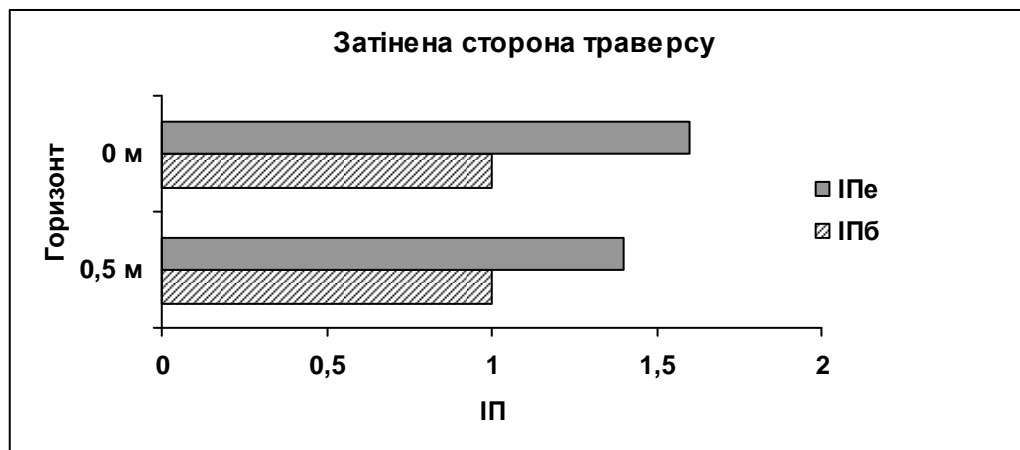


Рис 2. Співвідношення ІП макро- і мікрокомпонентів альгосистеми “базифіт-епіфіт” на затіненій стороні траверсу залежно від горизонту

Видовий склад епіфітного компонента альгосистеми “базифіт-епіфіт” з глибиною не змінюється. Протилежно цьому видовий склад базифітного компонента відмінний на різних горизонтах. У таблиці вказані домінанти мікро-і макрокомпонентів системи “базифіт-епіфіт” на освітленому та затіненому боці траверсу.

Таблиця

Домінанти флористичної структури альгосистеми “базифіт-епіфіт” залежно від горизонту та освітленості біотопу

	Горизонт	Домінанти альгосистеми “базифіт-епіфіт”	
		Базифіт	Епіфіт
Освітлений бік	0 м	<i>Ceramium siliculosum</i> var. <i>elegans</i> (Roth) G. Furnari	<i>A. brevipes</i> var. <i>brevipes</i> C. Ag. <i>A. longipes</i> Ag.
	0,5 м	Види рода <i>Ceramium</i> <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek <i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link.	<i>A. parvula</i> Kütz. <i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>scutellum</i> C. Ag. <i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kütz
	1 м	<i>Ceramium siliculosum</i> var. <i>elegans</i> (Roth) G. Furnari <i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link <i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) Ag.	<i>Licmophora abbreviata</i> C Ag. <i>L. gracillis</i> (Ehr.) Grun. <i>Melosira moniliformis</i> var. <i>monilliformis</i> (O.F. Müll) C. Ag. <i>M. moniliformis</i> var. <i>subglobosa</i> Grun.
	1,5 м	<i>Enteromorpha linza</i> (L.) G. Ag.	<i>Navicula pennata</i> A.W.F. Schmidt <i>N. ramosissima</i> (C. Ag.) Cleve
Затінений бік	0 м	<i>Ceramium siliculosum</i> var. <i>elegans</i> (Roth) G. Furnari	<i>Navicula</i> sp. <i>Nitzshia</i> sp.
	0,5 м	Види рода <i>Ceramium</i> <i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) Ag. <i>Polysiphonia denudata</i> (Dillwyn.) Kütz.	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Ag.) Lange-Bert. <i>Tabularia fasciculata</i> (C. Ag.) D.M. Williams et Roud

Висновки

Отже, на Одеському узбережжі вертикальна динаміка альгосистеми «базифіт-епіфіт» має такі особливості: максимальні показники розвитку мікрофітного компоненту системи спостерігаються на урізі води (горизонти – 0 м і 0,5 м), при цьому мікророзподіл одноклітинних епіфітів не дозволяє виявити особливості горизонтальні динаміки видового складу; на відміну від епіфітного компоненту, макрофіти мають виражену вертикальну динаміку видового складу і кількісних показників, які зростають від урізу води до глибини 1,5 м.

1. *Макаревич Т.А.* Оценка биомассы эпифитона на разных видах макрофитов в мезотрофном озере / Т.А. Макаревич // Итоги и перспективы гидробиологических исследований в Белоруссии. – Минск, 1983. – С. 123–127.
2. *Миничева Г.Г.* Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г.Г. Миничева, А.Б. Зотов, М.Н. Косенко. – Одеса, 2003. – 37 с. (Препр. / АН Украины. Одесский филиал Института биологии южных морей).
3. *Хомова Е.С.* Оценка активных поверхностей микро- и макрофитов в системе “базифит-эпифит” / Е.С. Хомова // Тез. V Межд. научн.-практ. конф. молодых ученых по проблемам водных экосистем «Pontus Euxinus – 2007». 24-27 сент. 2007. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – С.104–105.
4. *Хомова Е.С.* Сравнение методов учета микроэпифитона макрофитов / Е.С. Хомова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер: Біологія. – 2009. – № 4 (41). – С. 82–86.

Е.С. Хомова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ АЛЬГОСИСТЕМЫ “БАЗИФИТ-ЭПИФИТ” НА ОДЕССКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ

В работе представлены закономерности вертикальной динамики микро и макрокомпонентов альгосистемы “базифит-эпифит”, развивающейся на вертикальных поверхностях различной освещенности берегоукрепительных сооружений Одесского побережья.

Ключевые слова: одноклеточные водоросли, макрофиты, вертикальная динамика, индекс поверхности

E.S. Khomova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

FEATURES OF VERTICAL DYNAMICS OF THE "BASYPHYTE-EPIPHYTE" ALGOSYSTEM ON THE ODESSA COAST

The laws governing the vertical dynamics of the micro and macro components of the “basyphyte-epiphyte” algosystem developing on vertical surfaces of hydrotechnical structures with different illumination along the Odesa coast are shown.

Key words: unicellular algae, macrophytes, vertical dynamics, surface index

УДК. 597.08:591.543.43(262.5)

С.А. ХУТОРНОЙ

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса 65125

РАЗМНОЖЕНИЕ ЧЕТЫРЕХ МАССОВЫХ ВИДОВ БЫЧКОВ В АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ БИОТОПАХ У БЕРЕГОВ ОДЕССЫ

В работе рассматриваются особенности нереста 4 массовых видов бычков: кругляка, рыжика, ратана и кнута в антропогенно измененных биотопах пляжных акваторий у берегов Одессы. Приводятся данные по плодовитости и количеству икринок в охраняемых гнездах. Делаются выводы о дефиците нерестового субстрата в период массового нереста.

Ключевые слова: размножение, бычки, биотопы, Одесса

Мелководная северо-западная часть Черного моря в силу специфики гидролого-гидрохимических условий является основным районом обитания, нереста и нагула рыб семейства бычковых (Gobiidae). Прибрежная зона г. Одессы в настоящее время представляет собой антропогенно измененные пляжные акватории, ограниченные траверсами и волноломами с искусственно намытым песком внутри периметра и небольшим количеством естественного каменистого субстрата. Целью данной работы было изучение особенностей нереста 4 массовых видов бычков: кнута *Mezogobius batrachocephalus* (Pallas), рыжика *Neogobius euryccephalus* (Kessler), кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) и ратана (*Neogobius ratan* (Nordmann)) в антропогенно измененных биотопах в условиях дефицита нерестового субстрата.

Материал и методы исследований

Для решения поставленной задачи в период с марта по июнь 2001–2003 гг. при помощи крючковой снасти и легкового лазного снаряжения в акваториях трех пляжей г. Одессы был произведен отлов самок бычков и проведено изъятие охраняемых кладок икры (табл. 1). При проведении легкового лазного исследования проводился подсчет количества охраняемых гнезд с определением их видовой принадлежности, определялся тип, расположение и глубина залегания нерестового субстрата. Площадь гнезда определялась методом проекции с использованием мягкой проволоки. Обработка материала велась согласно общепринятым ихтиологическим методикам (3) с последующей обработкой данных на программном обеспечении персонального компьютера.

Таблица 1

Количество исследованного материала

Вид	Самки, экз	Гнезда, шт	Промысловая длина особей, мм
<i>Mezogobius batrachocephalus</i>	44	12	150–270 235
<i>Neogobius melanostomus</i>	223	32	110–240 155,5
<i>Neogobius eurycephalus</i>	98	21	113–230 161,5
<i>Neogobius ratan</i>	107	16	120–220 150,5

Результаты исследований и обсуждение

Все четыре исследованных вида бычков в акваториях пляжей у берегов Одессы являются массовыми видами как по результатам подводных наблюдений, так и по анализу удебного лова (2) и относятся к охраняюще–литофильным рыбам с демерсальной икрой, у которых самцы строят гнезда и охраняют кладку в течение всего периода инкубации, вследствие чего выживаемость икринок может достигать 90–100%. При прогреве воды до 6°C (2-я декада марта – начало апреля) у берегов Одессы наблюдался массовый подход к берегу и начало нереста у бычка кнута, остальные виды бычков начинали строительство гнезд при прогреве воды до 8–10°C. При этом наблюдались массовые скопления бычков у мористой части волнолома с последующим проникновением отдельных особей в акваторию пляжей до глубин 0,4–0,3 м. Пик размножения у бычка кнута приходился на конец марта - начало апреля, у рыжика и ротана на первую и вторую декаду мая, у кругляка на конец мая – начало июня. Глубины расположения гнезд значительно варьировали у одного и того же вида (табл. 2). При этом кладки бычка кнута встречались только на участках побережья с отсутствием волнолома и на глубинах не менее 2,5м.

Таблица 2

Глубина расположения кладок икры

Вид	Глубина расположения кладок, м	Средняя плотность кладок, шт/м ² поверхности субстрата
<i>Mezogobius batrachocephalus</i>	2,5 – 5,5	2
<i>Neogobius melanostomus</i>	0,4 – 2,0	3
<i>Neogobius eurycephalus</i>	0,3 – 1,5	5
<i>Neogobius ratan</i>	0,4 – 2,5	3

Для строительства гнезд в акваториях пляжем самцы использовали как субстраты естественного происхождения, образованные выходами коренных пород и массивами понтического известняка, так и элементы гидротехнических сооружений, а также случайно оказавшиеся в воде предметы антропогенного происхождения. Следует отметить, что даже естественные субстраты не всегда пригодны для обустройства гнезд бычками, о чем свидетельствует относительно невысокая плотность гнезд (табл. 2). Обычно они осваивались только в том случае, когда имели естественные выемки и углубления со сводом либо когда самец имел возможность подкопать нижнюю поверхность камня. Таким образом, количество пригодных мест под строительство гнезд в периметре пляжных акваторий в период массового нереста было весьма ограничено, вследствие чего одни и те же локации на протяжении нерестового сезона использовались для обустройства гнезда несколько раз, причем часто разными видами бычков. В исследованных акваториях площадь

пригодных для нереста камней колебалась в пределах от 2% до 50% общей поверхности естественных твердых субстратов. На антропогенных предметах кладки икры отмечались на наружной и внутренней поверхности фрагментов металлических и керамических труб, стеклянных и пластиковых бутылках, листах жести, фрагментах древесины, металлических балках гидроконструкций и пр. При этом антропогенные предметы использовались в качестве нерестового субстрата более мелкими самками бычков и только в том случае, когда они находились в устойчивом статическом состоянии и были хотя бы частично заглублены в грунт.

Кладка бычков представляет собой сплошной однородный плотный слой икринок, как правило, прикрепленный к нижней поверхности субстрата. В большинстве случаев, в кладках икры насчитывалось количество икринок, несколько превышающее среднюю плодовитость исследованных особей (табл. 3), что можно объяснить порционным характером нереста у рыжика ратана и кругляка, а также откладыванием икры в одно гнездо несколькими самками.

Таблица 3

Плодовитость бычков в акваториях пляжей г. Одессы

Вид	Плодовитость, шт. икринок	Количество икринок в гнезде, шт	Площадь поверхности кладки, см ²
<i>Mezogobius batrachocephalus</i>	1360–8650 5005	2344–11200 7783	144– 32 220
<i>Neogobius melanostomus</i>	270–3780 2430	450–4600 3240	96–295 144
<i>Neogobius eurycephalus</i>	575–1300 760	550–2700 1332	80–255 122
<i>Neogobius ratan</i>	630–1820 835	320–2230 1457	85–280 143

Размеры охраняемой территории около гнезда в значительной мере зависели от размера особи и микрорельефа дна и по результатам подводных наблюдений у всех 4 видов обычно составляли не менее 30–40 см от входа. В некоторых случаях наблюдалось обустройство гнезд в щелях траверсов и волнолома с откладкой икры на боковую и верхнюю поверхность субстрата. В таких случаях размеры и сектор охраняемой территории значительно увеличивались. В целом поверхность гидротехнических сооружений малопригодна в качестве нерестового субстрата и весьма неохотно осваивалась самцами бычков, поскольку постоянно находится в зоне повышенной волновой активности, а также располагается на пути суточных миграций рыб и служит местом их концентрации (4). Вместе с тем, эксперимент по установке искусственных нерестилищ из пластиковых бутылок в лагунах на песчаной пересыпи Днестровского лимана показал, что на фоне острого дефицита естественного субстрата мелкие виды бычков достаточно охотно осваивают искусственные конструкции (5). На этом фоне в акваториях пляжей г. Одессы достаточно перспективным направлением может стать создание и установка искусственных рифов, выполняющих функцию дополнительного нерестового субстрата.

Выводы

1. Все 4 исследованных вида бычков в пляжных акваториях у берегов Одессы достаточно активно используют для нереста все типы подходящих для этих целей естественных и искусственных нерестовых субстратов.
2. В 2001–2003 гг. в исследованных акваториях количество подходящего нерестового субстрата не превышало 50% от площади донных камней, а для гидротехнических конструкций не превышало 3%.
3. В период исследований в акваториях пляжей г. Одессы наблюдался острый дефицит естественного нерестового субстрата, в связи с чем откладывание икры производилось на любые подходящие поверхности гидротехнических сооружений и случайные предметы антропогенного происхождения, малопригодные для этих целей.

1. Виноградов А.К. Антропогенное воздействие на размножение черноморских бычков / А.К. Виноградов / Рыбное хоз-во. – 1975. – № 5. – С.24.
2. Коренюк О.В. Динамика вудебного лову бичків на мілководді Одеської затоки / О.В. Коренюк / Український державний лісотехнічний університет. Наук. Вісник. – 2001. – Вип. 11. – С. 31–35.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин / М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

4. Хуторной С.А. Рыбы прибрежных акваторий г. Одессы / С.А. Хуторной / Иссл. многообразия животного мира. Научн. тр. зоол. музея Одесского гос. Университета. – Одесса: Астропринт, 1998. – Т. 3. – С. 42–45.
5. Хуторной С.А. Опыт создания экспериментальных искусственных нерестилищ в водоемах северо-западного причерноморья / Хуторной С.А., Юрченко Ю.Ю. / Экологичні проблеми Чорного моря. – Одеса: ОЦНТЕП, 2004. – С. 524–525.

С.А. Хуторний

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

РОЗМНОЖЕННЯ ЧОТИРЬОХ МАСОВИХ ВИДІВ БИЧКІВ В АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ БІОТОПАХ БІЛЯ БЕРЕГІВ ОДЕСИ

В роботі розглядаються особливості нересту 4 масових видів бичків: кругляка, рижика, ратана, та бичка-мезогобіуса жабоголового в антропогенно змінених біотопах пляжних акваторій у берегів м. Одеси. Наведено дані щодо плодючості та кількості ікри в охоронюваних гніздах. Зроблено висновки щодо дефіциту нерестового субстрату в період масового нересту.

Ключові слова: розмноження, бички, біотопи, Одеса

S.A. Khutornoy

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

REPRODUCTION OF FOUR MASS TYPES OF BULL-CALVES IN ANTHROPOGENIC CHANGED BIOTOPS AT BANKS ODESA

The spawning peculiarities of 4 mass species of goby: round goby, ginger goby, ratan goby and knout goby in the Odessa beach water area biotopes, that experienced anthropogenic changes, were studied in the work. The data about fertility and eggs quantity in the protected nests are obtained. Also the conclusions about deficiency of spawning substrate in mass spawning period are mad

Key words: reproduction, bull-calves, biotops, Odesa

УДК 581.526.325(262.5)

В.Д. ЧМЫР, М.И. СЕНИЧЕВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

ОТНОШЕНИЕ УГЛЕРОД/ХЛОРОФИЛЛ *a* КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОЗРАСТА ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПЛАНКТОНА

По результатам регулярных измерений основных структурных параметров фитопланктона приустьевой зоны Севастопольской бухты: численности, размерного состава и биомассы основных её компонентов, содержания в них углерода и хлорофилла *a*, проводится анализ взаимосвязи между некоторыми структурными параметрами, а также между ними и условиями окружающей среды.

*Ключевые слова: биомасса фитопланктона, хлорофилл *a*, возраст популяций*

Содержание хлорофилла (Хл) в планктоне изначально рассматривалось как важнейший показатель биомассы фитопланктона [1]. Желая уточнить оценку биомассы по хлорофиллу, впервые показана [6, 7] аллометрическая зависимость содержания Хл *a* в клетках различных видов, культивируемых в сходных условиях, от их объёма и массы, выраженной в углероде (С), а впоследствии предложен метод определения отношения С/Хл *a* в эксперименте [12]. Накопленный в научной литературе материал по культивированию различных микроводорослей в разных условиях освещения, температуры и минерального питания, получил исчерпывающее обобщение в виде уравнений, позволяющих рассчитывать ожидаемые значения отношения С/Хл *a* для конкретных сообществ фитопланктона в данных условиях [11]. Следует, однако, отметить существенное отличие популяций, функционирующих в составе природных сообществ, от популяций отдельных видов, культивируемых на искусственных средах. Как правило, культуры водорослей поддерживаются в фазе логарифмического роста и все исследования на культурах, следовательно, можно отнести к начальной фазе развития популяций. Популяции же в составе природных сообществ проходят все стадии развития: от фазы логарифмического роста в начале до периода стагнации и отмирания.

Наличие в составе природных популяций значительного количества отмирающих и мёртвых клеток было показано при использовании люминесцентного микроскопирования, в том числе автором настоящего сообщения [2, 3]. При обычном микроскопировании можно отличить только пустые створки крупных клеток, а отмирающие и мёртвые клетки учитываются в общей массе наряду с живыми. Так как содержание $\text{Хл } a$ в этих клетках будет низким, или равным нулю, а содержание С принимается равным таковому в живых клетках, при этом следует ожидать получения завышенных значений отношения $\text{С}/\text{Хл } a$. Следовательно, при исследовании отношения $\text{С}/\text{Хл } a$ природных сообществ фитопланктона определяющим может оказаться возраст популяций массовых видов на момент измерения, а не только обычно учитываемое воздействие абиогенных факторов [5]. Поэтому была поставлена задача проанализировать колебания отношения $\text{С}/\text{Хл } a$ сообществ фитопланктона приустьевой зоны Севастопольской бухты и возможные воздействия на него комплекса факторов, учитывая также и предполагаемый возраст популяции, относительным показателем которого можно рассматривать величину биомассы [8, 9].

Материал и методы исследований

Материал собран в порядке проводимого отделом марикультуры и прикладной океанографии мониторинга приустьевой зоны Севастопольской бухты на нескольких прибрежных станциях, расположенных внутри и вне бухты, в её фарватере и мористее, в километре от бухты. В течение 2008 г. ежемесячно выполняли 2–3 съёмки, в том числе одну комплексную с определением концентрации биогенных элементов и других параметров среды. На каждой съёмке с поверхности моря отбирали пробы для определения фитопланктона, а на комплексной съёмке также и для определения концентрации $\text{Хл } a$. В общем для анализа использованы 73 параллельных определения биомассы фитопланктона и хлорофилла в пробах, 42 из которых собраны в 2008 г. и 31 проба – в 2006–2007 гг. [8, 9, 12].

Определение фитопланктона выполнено с использованием обычного микроскопирования, поскольку массовый материал мониторинга исключал возможность детального люминесцентного анализа. Биомассу отдельных видов в углеродном выражении рассчитывали по уравнениям [10]. Более детальное описание методики приведено в наших предыдущих публикациях [8, 9].

Исходя из углеродной биомассы фитопланктона, для 52 проб рассчитывали также концентрацию $\text{Хл } a$ по уравнениям, соответствующим стандартным условиям культур, выращиваемых при избытке биогенных элементов и освещённости около 40% от максимальной у поверхности моря [7].

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам обработки проб фитопланктона рассчитывали содержание С и $\text{Хл } a$ в клетках водорослей, а затем и в составе биомассы, ожидаемые согласно уравнениям, соответствующим стандартным условиям культур [7, 10]. Ввиду отсутствия более точных данных о содержании С в клетках водорослей в составе естественных популяций, принимаем, что оно соответствует рассчитанному. Что касается $\text{Хл } a$, получаем возможность сопоставить интегральные значения рассчитанных его концентраций с измеренными инструментально и соответствующими условиям “in situ”.

В результате непосредственных измерений и расчётов получены параметры природных сообществ фитопланктона на 52 станциях. Минимальные значения биомассы – менее 20 мг С/м^3 – соответствуют, как правило, февралю, когда температура воды опускалась ниже $8\text{--}9^\circ\text{C}$ и даже 7°C при интенсивности света около 4 Е/м^2 в сутки. Максимальные значения получены во время весеннего максимума в апреле (до 477 мг С/м^3) и осеннего максимума в октябре (до $1341\text{--}2392 \text{ мг С/м}^3$). В стандартных условиях культур такой биомассе соответствует концентрация хлорофилла (EChl) от $0,1\text{--}0,2$ в феврале до 15 мг/м^3 в апреле и до $30\text{--}54 \text{ мг/м}^3$ в октябре. В действительности же в естественных сообществах «in situ» концентрация $\text{Хл } a$ (Chl) находилась в пределах от $0,4\text{--}1,0 \text{ мг/м}^3$ в феврале до $4\text{--}5 \text{ мг/м}^3$ в октябре.

Соотношение содержания $\text{Хл } a$ в стандартных условиях (EChl) и “in situ” (Chl) представлено на графиках их зависимости от содержания углерода (рис. 1). Резкое различие рассчитанных и действительных значений $\text{Хл } a$ в области минимальных значений биомассы можно объяснить вероятными потерями клеток в процессе сгущения и, следовательно, заниженными значениями биомассы. При таких же потерях в более богатых пробах они практически не влияют на конечный результат. Однако расхождение значений в противоположном направлении в правой части графика

свидетельствует о падении относительного содержания хлорофилла в составе природных сообществ по мере возрастания их биомассы.

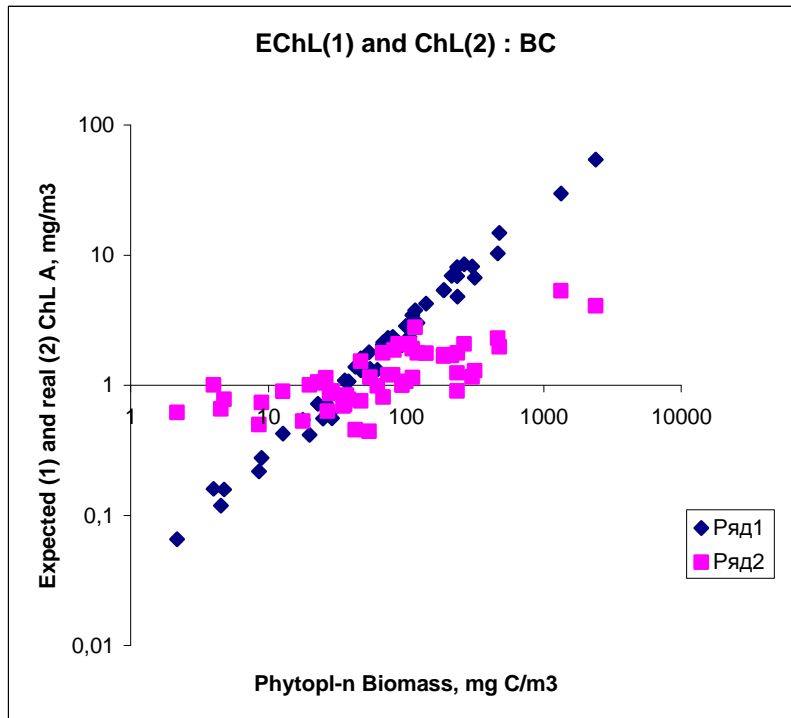


Рис. 1.
Зависимость
ожидаемой (1) и
реальной (2)
концентрации
хлорофилла *a* от
биомассы
фитопланктона
BC

Это предположение подтверждается при анализе графиков зависимости отношений C/Chl и $C/Echl$ от биомассы (BC), представленных на рисунке 2. В стационарных условиях культур при изменении биомассы в 1000 раз рассчитанные значения $C/Echl$ изменяются всего в два раза – от 25 до 52. Эти изменения соответствуют различиям в размерной структуре сообществ. Поэтому даты $C/Echl$ располагаются на графике горизонтально, т. е. не зависят от биомассы. Значения C/Chl на графике возрастают с увеличением биомассы примерно в 100 раз – от 3,5–7 при минимальных её значениях до 240–584 при максимальных. Ход обеих дат на графике пересекается в области расположения минимальных значений основной группы дат C/Chl , где они также находятся в пределах, близких к 25–52. Минимальные значения отношения, близкие к 30–50 получены в этой акватории в январе–феврале и другими авторами [5]. Следовательно, в данном конкретном случае отношение $C/Хл a$, соответствующее стандартным условиям культур, численно приближается к минимальным значениям этого отношения в природных сообществах в период температурного и светового минимума и близким к 20–30 мг $C/мг$ $Хл a$. Это позволяет откорректировать минимальные заниженные значения биомассы BC, используя рассчитанные по ним значения $BC/Echl$ и измеренные «in situ» концентрации Chl . При такой коррекции для 12 из 52 дат, у которых значение BC/Chl оказалось ниже $BC/Echl$, биомассу фитопланктона пересчитывали по уравнению $BC_{cor} = Chl * BC/Echl$. Откорректированные значения биомассы в дальнейшем были использованы при расчётах корреляционных связей между структурными параметрами сообществ, а также между ними и абиотическими показателями, хотя коррекция и не оказала существенного воздействия на результаты вычислений.

Коэффициенты корреляции рассчитывали между основными структурными параметрами сообществ фитопланктона ($n = 52$): суммарная биомасса (BC), биомасса диатомовых (DC), концентрация хлорофилла *a* (Chl), отношение BC/Chl и отношение DC/BC . Для выяснения воздействия окружающей среды на структуру сообществ рассчитывали коэффициенты корреляции между структурными и следующими абиотическими показателями ($n = 42$): свет, температура, нитраты + нитриты ($NO_3^- + NO_2^-$), аммиак (NH_4^+), фосфаты (PO_4^{3-}), кремний (Si), органический азот (N_{org}) и органический фосфор (P_{org}). Рассчитывали также корреляционные связи и между абиотическими факторами. Коэффициенты корреляции (R^2) были получены при расчёте линейной регрессии каждого из 13 показателей от каждого из остальных 12. Всего получено 78 коэффициентов корреляции.

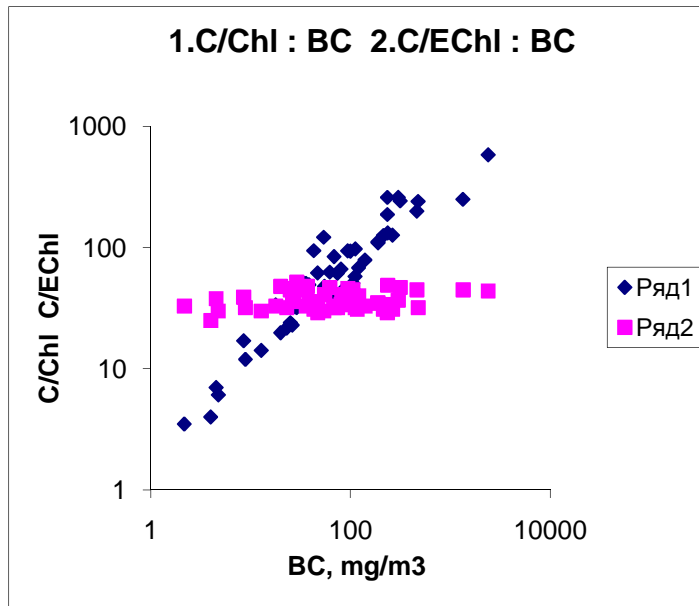


Рис. 2. Зависимость отношений C/Chl и C/EChl от биомассы фитопланктона BC

Самый высокий коэффициент корреляции ($R^2 = 0,987$) получен при расчёте линейной регрессии биомассы диатомовых от суммарной биомассы фитопланктона (DC : BC), что объясняется высоким содержанием диатомовых. При среднем значении отношения DC/BC, равном 0,52, на 4-х станциях с максимальными биомассами оно достигало 0,96–0,99. Без учёта этих 4-х дат ($n = 48$) коэффициент корреляции равен 0,736. Такой же коэффициент корреляции ($R^2 = 0,740$) получен при расчёте степенной функции DC : BC для всех 52 дат.

Довольно высокий коэффициент корреляции ($R^2 = 0,595$) получен также при расчёте линейной регрессии биомассы фитопланктона от концентрации хлорофилла (BC : Chl) в природных сообществах. Однако этот коэффициент является неустойчивым. В различных группировках исходных дат значения R^2 , полученные при расчёте линейных и степенных функций BC : Chl изменяются в пределах 0,276–0,640.

Высокие и устойчивые коэффициенты корреляции получены при расчёте регрессии отношения C/Xla от биомассы фитопланктона (BC/Chl : BC). Линейная регрессия для 52 откорректированных дат даёт $R^2 = 0,775$. При расчёте линейной регрессии для 31 даты 2006–2007 гг. получено значение $R^2 = 0,911$, для 42 дат 2008 г. $R^2 = 0,783$, а для тех же 73 дат вместе $R^2 = 0,744$. При расчёте степенной функции по тем же датам получены значения R^2 соответственно 0,786, 0,907 и 0,842 (рис. 3).

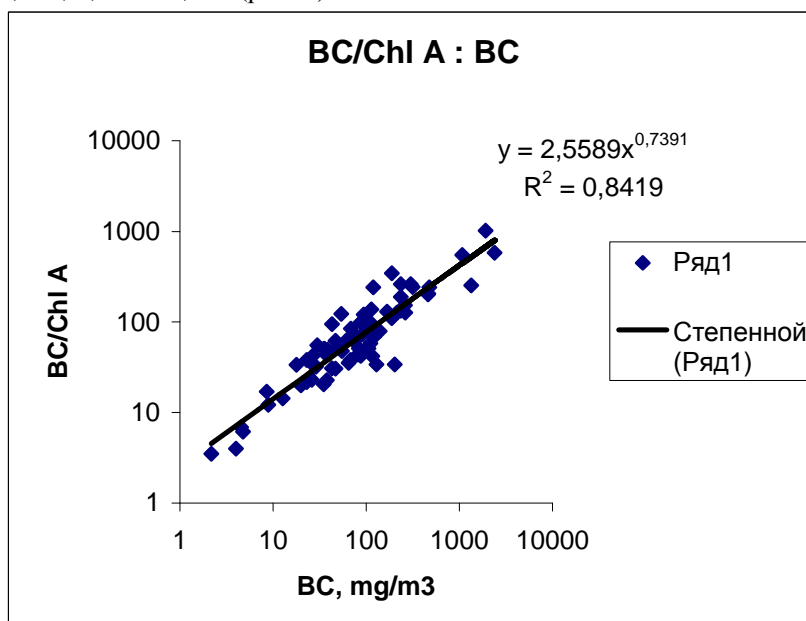


Рис. 3. Зависимость отношения углерод/хлорофилл а от биомассы фитопланктона

Выводы

Приведенные результаты показывают, что с увеличением биомассы природных сообществ фитопланктона содержание Хл *a* в них падает, что подтверждает предположение о старении основных популяций в их составе и позволяет рассматривать величину биомассы как косвенный показатель их возраста. Влияние других факторов на содержание Хл *a*, судя по низким коэффициентам корреляции (0,001–0,068,) является второстепенным. Чтобы выделить его на фоне мощного воздействия основного фактора – возраста популяции – требуется специальное исследование.

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоёмов / Г.Г. Винберг. – Минск: Изд-во АН БССР, 1960. – 329 с.
2. Горюнова С.В. Применение метода флуоресцентной микроскопии для определения живых и мёртвых клеток водорослей / С.В. Горюнова // Вестник АН СССР. – 1951. – Т. 6. – С. 100–102.
3. Сеничева М.И. Динамика популяции *Skeletonema costatum* (Grev.) в Севастопольской бухте / М.И. Сеничева // Экология моря. – 1980. – № 1. – С. 11–15.
4. Сорокин Ю.И. Первичная продукция и фитопланктон района экваториальной дивергенции в восточной части Тихого океана / Ю.И. Сорокин и др. // Тр. ИОАН СССР. – 1975. – Т. 102. – С. 108–122.
5. Стельмах Л.В. Сезонная изменчивость отношения органического углерода к хлорофиллу *a* и факторы её определяющие в фитопланктоне прибрежных вод Чёрного моря / Стельмах Л.В., Бабич И.И. // МЭЖ. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 74–87.
6. Чмыр В.Д. Продукция и биомасса фитопланктона экваториальной Атлантики : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / В.Д. Чмыр. – Севастополь, 1979. – 24 с.
7. Чмыр В.Д. Содержание углерода и хлорофилла в планктонных водорослях / Чмыр В.Д., Берсенева Г.П. // Экология. – 1983. – № 5. – С. 19–25.
8. Чмыр В.Д. Структурно-функциональные параметры планктона Черноморского побережья / В.Д. Чмыр // Системы контроля окружающей среды: средства, модели и мониторинг: сб. науч. трудов. – Севастополь, 2007. – С. 335–338.
9. Чмыр В.Д. Особенности структуры сообществ фитопланктона приустьевой зоны Севастопольской бухты / Чмыр В.Д., Сеничева М.И. // Системы контроля окружающей среды: средства, информационные технологии и мониторинг: сб. науч. трудов. – Севастополь, 2009. – С. 401–406.
10. Menden-Deuer S. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms and other protist plankton / Menden-Deuer S., Lessard E.J. // Limnol. Oceanogr. – 2000. – Vol. 45. – P. 569–579.
11. Finenko Z.Z. Phytoplankton carbon to chlorophyll *a* ratio: response to light, temperature and nutrient limitation / Z.Z. Finenko // Mar. Ecol. J. – 2003. – Vol. 2, N 2. – P. 40–46.
12. Tchmyr V.D. Experimental determination of the carbon biomass of natural phytoplankton / V.D. Tchmyr // Системы контроля окружающей среды: средства и информационные технологии. – Севастополь, 2006. – С. 357–360.

В.Д. Чмыр, М.И. Сеничева

Институт біології південних морів НАН України, Севастополь

ВІДНОШЕННЯ ВУГЛЕЦЬ/ХЛОРОФІЛ *a* ЯК ПОКАЗНИК ВІКУ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ФІТОПЛАНКТОНУ

За результатами регулярних вимірів основних структурних параметрів фітопланктону навкологірлової зони Севастопольської бухти: чисельності, розмірного складу і біомаси основних її компонентів, вмісту в них вуглецю і хлорофілу *a*, проведено аналіз взаємозв'язку між деякими структурними параметрами, а також між ними та умовами навколишнього середовища.

Ключові слова: біомаса фітопланктону, хлорофіл *a*, популяції

V.D. Chmyr, M.I. Senecheva

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

A RELATION OF UGLEROD/KHLOROFILL IS *BUT AS* INDEX OF AGE OF NATURAL POPULYATION OF *PHYTOPLANKTON*

The results of the regular measuring of main structural parameters of phytoplankton in near mouth waters of the Sevastopol Bay are presented: numbers, dimensional composition and biomasses of general its components, carbon and chlorophyll *a* contents. Analysis of relationship between some structural parameters, and also between them and environment conditions are carried out.

Key words: biomasses of phytoplankton, chlorophyll *a*, population

УДК.[582.26/.27:577.15:628.19 (262.5)]

О.А. ШАХМАТОВА, Н.А. МИЛЬЧАКОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ЧЕРНОМОРСКИХ МАКРОФИТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИЩЕНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ЦЕНОЗОМ ОБРАСТАНИЯ

Использовали активность каталазы (АК) черноморских макрофитов в качестве биохимических маркеров для оценки качества морской среды в зоне действия экспериментальной установки для очистки воды от нефтепродуктов. Обнаружено снижение АК *Ceramium rubrum* и *Cladophora laetevirens* в 2–5 раз при приближении к установке, что свидетельствует об эффективности ее действия.

Ключевые слова: качество воды, черноморские макрофиты, экологическое состояние, биохимические маркеры, каталаза

Выявление среди морских макрофитов видов-индикаторов и их биохимических маркеров, которые позволяют проводить экспресс-оценку качества среды, относится к актуальным научно-практическим и экологическим задачам. Такие исследования выполнены для многих массовых видов черноморских макроводорослей, среди которых наиболее четкий отклик на воздействие антропогенного загрязнения показали *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees, *Cladophora laetevirens* (Nees) Kutz., *Ceramium rubrum* (Huds.) C. Ag [2].

В современной биологии антиоксидантная система (АОС) рассматривается как звено метаболизма, отличающееся универсальным откликом на любое воздействие, в том числе и токсическое. Этот отклик включает адаптивные изменения, связанные с активацией АОС в ответ на увеличение концентрации токсичных метаболитов. Одним из важнейших ферментов, обеспечивающих защиту клетки от продуктов свободнорадикального окисления, в частности, от перексида водорода, является каталаза (К.Ф. 1.11.16) (КАТ), которая проявляет максимальный отклик у морских макрофитов на изменение качества среды при действии антропогенного загрязнения [5, 6].

Цель работы – изучение вариабельности фермента АОС каталазы у массовых видов черноморских макрофитов в зависимости от уровня хозяйственно-бытового загрязнения.

Материал и методы исследований

Исследования проведены на пилотной установке для оценки влияния загрязнения на экологическую обстановку в районе размещения. Пилотная установка является гидробиологической системой оздоровления акватории, загрязненной нефтепродуктами и представляет собой техническую конструкцию, создающую дополнительную площадь для формирования и развития сообществ организмов-обрастателей, среди которых лидирующая роль принадлежит двусторчатому моллюску *Mytilus galloprovincialis*. Мобильность конструкции допускает размещение ее в непосредственной близости от источника загрязнения (например, нефтезаправочного терминала), создавая тем самым искусственный барьер–фильтр на пути возможного распространения нефти и нефтепродуктов по всей акватории водоема.

Материалом исследования были массовые виды черноморских макрофитов *Cladophora laetevirens*, *Enteromorpha intestinalis*, *E. prolifera* (O.F.Muller) J.Ag., *Gracillaria verrucosa* (Huds) Papenf., *Ceramium rubrum*. Отбор проб был осуществлен в эвтрофной акватории вблизи вершины Севастопольской бухты – Нефтегавани, наиболее загрязненной нефтяными углеводородами [4] в нескольких точках – на самой установке и на расстоянии от нее 5 м, 50 и 150 м.

Для сравнения использовали данные, полученные на 5 станциях Севастопольской бухты, которые характеризуются различной степенью загрязнения [6]. Определение АК осуществляли по методу Баха и Зубковой [1], адаптированного для макрофитов [2, 6].

Результаты исследований и их обсуждение

На основании результатов активности каталазы (АК) *E. intestinalis* и *C. rubrum* в акватории Севастопольской бухты в течение года были рассчитаны 95%-е доверительные интервалы ее среднего значения для энтероморфы и церамииума, равные 34 ± 9 ($n=24$) и 57 ± 12 мкг H_2O_2 /г*мин

(n=12) соответственно. Их предложено считать оценкой нормы АК для исследуемых макрофитов [7].

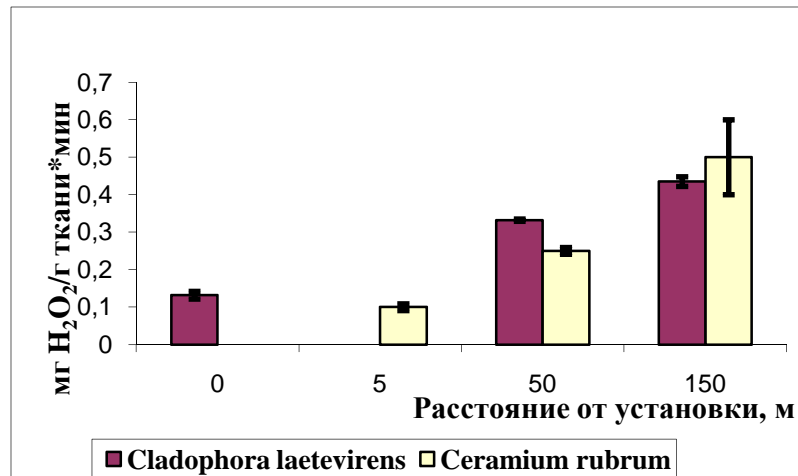


Рис.1. Изменение активності каталазы водорослей-макрофитов при удалении от пилотной установки

Полученные результаты нашли практическое применение при оценке эффективности действия пилотной экспериментальной установки. Было обнаружено, что АК водорослей-макрофитов при удалении от установки увеличивалась (Рис.1). Наиболее высокие значения АК были отмечены для *C. laetevirens* на максимальном расстоянии от установки, равном 150 м и составляли $434,7 \pm 13,23$ мкг H₂O₂/(г*мин). При сокращении расстояния до 50 м АК *C. laetevirens* снижалась до $311,9 \pm 3,28$ мкг H₂O₂/(г*мин), что, соответственно, в 3,3 и 2,3 раза выше, чем у водорослей, собранных на самой установке ($132,3 \pm 10,00$ мкг H₂O₂/(г*мин)). Аналогичное изменение АК отмечено также и для *C. rubrum*. АК церамииума увеличивалась пропорционально расстоянию от установки и составляла $100,0 \pm 0,96$, $250,0 \pm 1,89$ и $498,0 \pm 14,0$ мкг H₂O₂/(г*мин) при удалении от установки на расстояние 5 м, 50 и 150 м соответственно. Поскольку увеличение АК водорослей-макрофитов является адекватным показателем повышения загрязненности морской среды, можно сделать вывод о снижении уровня поллютантов вблизи экспериментальной установки. АК зеленых водорослей *E. intestinalis* и *E. prolifera*, отобранных на самой установке, составляла $31,08 \pm 2,15$ мкг H₂O₂/(г*мин) и $23,73 \pm 1,27$ мкг H₂O₂/(г*мин) соответственно, что практически полностью совпадало с условно нормальными значениями АК для *E. intestinalis*, рассчитанными теоретически – $34,0 \pm 9,0$ мкг H₂O₂/(г ткани*мин), что также свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в районе размещения установки. Значения АК *G. verrucosa* составляли $33,4 \pm 9,0$ мкг H₂O₂/(г ткани*мин) и $48,3 \pm 16,0$ мкг H₂O₂/(г ткани*мин) при увеличении расстояния до установки от 50 м до 150 м соответственно. Несмотря на то, что по объективным причинам мы не могли определить АК *G. verrucosa* на самой установке, тенденция изменения АК этого вида в исследуемых точках совпадает с изменением АК *C. laetevirens* и *C. rubrum*.

Бухта Южная является акваторией, сопредельной Нефтегавани, и соответствует ей по уровню эвтрофирования. На рис. 2 отражена динамика АК *C. rubrum* и *E. Intestinalis* в бухте Южная. АК Эти макрофиты особенно чувствительны к воздействию антропогенного загрязнения, АК их четко реагирует на изменение экологического состояния акваторий. Пик активности АК исследуемых видов, который наблюдали с августа по ноябрь, трудно объяснить физиологическими циклами развития, поскольку в данное время макрофиты находятся в стационарном состоянии.

Кроме того, в течение двух лет наблюдений он был обнаружен только однажды. Такое значительное увеличение АК в этот период является показателем сильнейшего токсического стресса, который испытывали макрофиты в данном районе. Известно увеличение АК макрофитов при воздействии антропогенного загрязнения [2, 5]. В это время на исследуемой станции были отмечены аномально высокие концентрации биогенных веществ: нитритов-до 1 мкМ/дм³, нитратов – до 100 мкМ/дм³, фосфатов –до 0,16 мкМ/дм³ [4]. С октября-ноября произошло размывание поллютантов, экологическое состояние окружающей водной среды улучшилось, значения АК водорослей уменьшились. Полученные данные подтверждают возможность использования активности каталазы *C. rubrum* и *E. Intestinalis* в качестве биомаркера в мониторинге морских акваторий, что показано и для других макрофитов [2, 3].

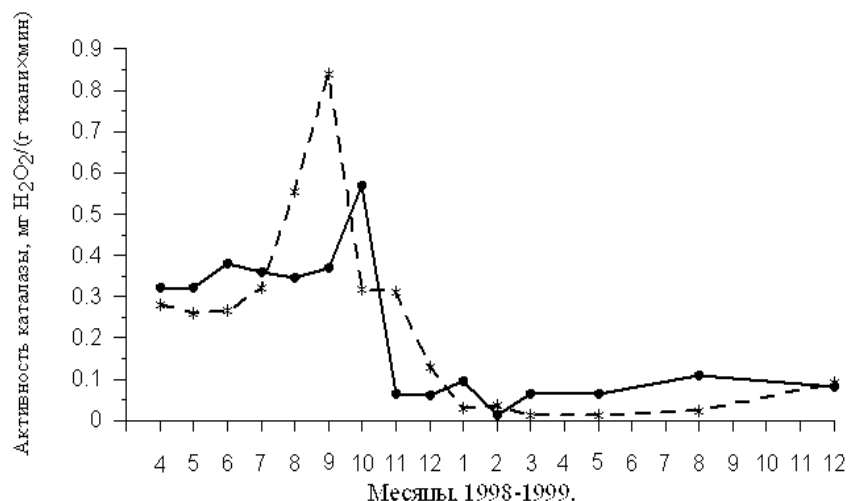


Рис. 2. Активность каталазы черноморских водорослей в Южной бухте;
* - - - *Ceranium rubrum* , • — — *Enteromorpha intestinalis*

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что активность фермента каталазы в черноморских макроводорослях- *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora laetevirens* и *Ceranium rubrum* может быть использована в качестве биомаркера импактности морских акваторий.

Обнаружено снижение активности каталазы исследуемых макрофитов при приближении к пилотной установке. Значения АК *C. laetevirens* снижались с $434,7 \pm 13,23$ мкг H₂O₂/(г*мин) до значений $132,3 \pm 10,00$ мкг H₂O₂/(г*мин), отмеченных на расстоянии 150 м от установки и на самой установке, соответственно. Активность каталазы *C. rubrum* снижалась в 2–5 раз пропорционально уменьшению расстояния от установки, что свидетельствует об эффективности ее очищающего действия, о благоприятном воздействии ценоза обрастания пилотной установки на окружающую морскую среду, об улучшении экологической обстановки в районе ее размещения.

Определены доверительные интервалы активности каталазы в энтероморфе и церамииуме, соответствующие их нормальному функционированию, т. е. уровни нормы отклика, соответствующие значениям 34 ± 9 мкг H₂O₂/(г*мин) для *E. intestinalis* и 57 ± 12 мкг H₂O₂/(г*мин) для *C. rubrum*.

1. Березов Т.Т. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии / Т.Т. Березова – М.: Медицина, 1976. – С. 81–83.
2. Мильчакова Н.А. Каталазная активность массовых видов черноморских водорослей-макрофитов в градиенте хозяйственно-бытового загрязнения / Мильчакова Н.А., Шахматова О.А. // Морской экологический журнал. – 2007. – № 2. – С.44–57.
3. Мильчакова Н.А. Оценка степени загрязнения черноморских акваторий по биохимическим маркерам макроводорослей / Мильчакова Н.А., Шахматова О.А. // Междунар. науч.-практ. конф. «Биоразнообразие и устойчивое развитие» – 2010. – С.154–156.
4. Овсяный Е.И. Гидролого- гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного загрязнения / Овсяный Е.И., Кемп Р.Б. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны. – Севастополь: Экопси, 2000. – С. 79–103.
5. Ткаченко Ф.П. Состояние элементов антиоксидантной системы водорослей из разных по степени загрязненности районов Черного моря / Ф.П.Ткаченко, Ю.А.Ситников, У.Б. Куцын // Экология моря. – 2004. – № 6. – С. 70–74.
6. Шахматова О.А. Активность антиоксидантной системы некоторых черноморских гидробионтов в прибрежной акватории Севастополя : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. / О.А. Шахматова – Севастополь, 2004. – 21 с.
7. Шахматова О.А. Активность каталазы и контроль качества воды / Шахматова О.А., Парчевская Д.С. // Альгология. – 2000. – № 3. – С. 355–361.

О.А. Шахматова, Н.А. Мільчакова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

**ВИКОРИСТАННЯ БІОХІМІЧНИХ МАРКЕРІВ ЧОРНОМОРСЬКИХ МАКРОФІТІВ ДЛЯ
ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ПРИБЕРЕЖНОЇ АКВАТОРІЇ ЦЕНОЗОМ
ОБРОСТАННЯ**

Використовували активність каталази (АК) чорноморських макрофітів як біохімічний маркер для оцінки якості морського середовища в зоні дії експериментальної установки для очищення води від нафтопродуктів. Виявлено зниження АК *Cladophora laetevirens* і *Ceramium rubrum* у 2–5 разів при наближенні до установки, що свідчить про ефективність її дії.

Ключові слова: якість води, чорноморські макрофіти, екологічний стан, біохімічні маркери, каталаза

О.А. Shakhmatova, N.A. Mil'chakova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**USE OF BIOCHEMICAL MARKERS OF BLACK SEA MACROPHYTES FOR ESTIMATION OF
EFFICIENCY OF CLEARING OF OFF-SHORE AQUATORIUM CENOSIS OF BECOMING
OVERGROWN WITH**

Black sea macrophytes catalase activity (CA) has been applied as biomarker of sea water quality in experimental state zone. This experimental state cleaned water area from oil hydrocarbonates. Decreased CA *Ceramium rubrum* и *Cladophora Laetevirens* in 2–5 times has been discovered near experimental state. This fact demonstrated efficiency action of experimental state.

Key words: quality water, black sea macrophytes, ecological state, biochemical markers, catalase

УДК 591.524.12(268.45)

Т.И. ШИРОКОЛОБОВА

Мурманский морской биологический институт Карельского Научного Центра РАН
ул. Владимирская, 17, Мурманск 183010, Россия

**ФИЛЬТРУЮЩИЕСЯ КЛЕТКИ В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ
БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ**

В прибрежной зоне Баренцева моря исследовано распределение культивируемых форм бактериальных клеток субмикронных размеров, проходящих при фильтрации через фильтры с порами 0,2 мкм.

Ключевые слова: бактериопланктон, фильтрующиеся клетки, Баренцево море

В последние десятилетия накоплены данные о присутствии в морской и пресной воде значительных количеств бактериальных клеток, способных проходить при фильтрации через мембранные фильтры с порами 0,2 мкм [1, 12–14]. Получаемый фильтрат состоит из смеси растворенных органических веществ (ОВ) и микроорганизмов, активно включающих в свой обмен C^{14} и имеющих размеры 0,1х0,15 мкм [6].

Исследования бактериопланктона открытых и прибрежных участков Баренцева моря показали, что объем менее 0,04 мкм³ имели 29% всех учитываемых кокков [1, 12], а число жизнеспособных фильтрующихся бактерий в водах литорали в весенне-летний период составляло тысячи и десятки тысяч колониеобразующих единиц (КОЕ) в миллилитре [7]. Неоднородность состава выделяемых колоний позволяет предположить, что в их число попадали клетки микоплазм [2], карликовые клетки, образующиеся на определенных стадиях развития, например, у морских спирохет [4] или бактерии, проходящие L-трансформацию под влиянием NaCl в морской воде [9], а также микровибрионы [6].

В статье рассматривается состав бактериопланктона.

Материал и методы исследований

Пространственное распределение культивируемой фракции бактериальных клеток субмикронных размеров было изучено в баренцевоморском прибрежье летом 2002 г.

Исследования в губе Ярнышной охватывали зону нижнего горизонта литорали, вдольберегового участка по 10 м изобате, глубоководную часть губы и прилегающий к ней район открытого моря (рис. 1).

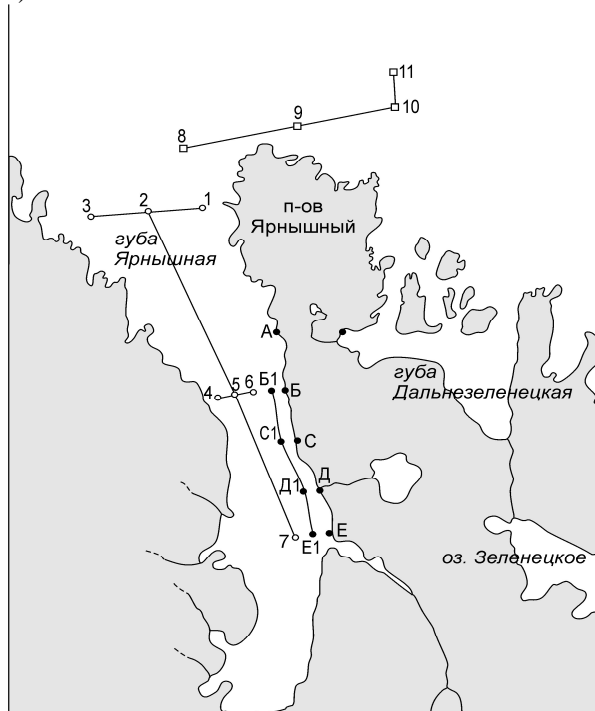


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб воды в губе Ярнышной летом 2002 г.

Отбор воды для микробиологического анализа проводили стандартным гидробиологическим методом в последний водный час прилива с горизонтов: в губе – 0,3 и 10,0 метров, в прибрежной части – 0,3 м и придонного горизонта. Всего было обработано 40 проб. Основной средой для выделения бактерий служил агаризованный водорослевой отвар *Laminaria saccharina*, приготовленный на морской воде соленостью 32 ‰.

Фильтрат получали, пропуская морскую воду через стерильные мембранные фильтры с диаметром пор 0,2 мкм (г. Дубна). Посевы в трех повторностях инкубировали при температуре 18 ± 2 °C до прекращения новообразования колоний.

Результаты исследований и их обсуждение

Микробиологические исследования губы Ярнышной показали, что в поверхностном водном слое нижнего горизонта литорали число фильтрующихся бактерий в среднем составляло сотни КОЕ/мл, понижаясь на 1–2 порядка в более удаленных от береговой полосы участках.

Их обилие в воде литоральной отмели было минимальным в фазу полной воды и повышалось в период отлива (рис. 2). Численность также возрастала непосредственно сразу после шторма, возможно в связи с увеличением пресного стока в первом случае, и активными гидродинамическими процессами – во втором.

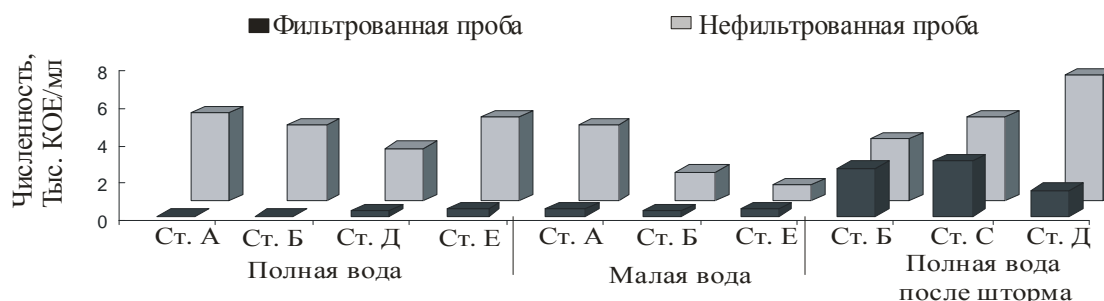


Рис. 2. Численность культивируемых бактерий (тыс. КОЕ/мл) в пробах воды, отобранных в разные фазы приливного цикла на станциях нижнего горизонта литорали губы Ярнышной в июле 2002 г.

Известно, что аллохтонные микроорганизмы под влиянием различных условий морской среды могут образовывать клетки субмикронных размеров, проходящие при фильтрации через поры бактериальных фильтров [9]. Об этом частично свидетельствуют и результаты микробиологических работ на вдольбереговом участке губы, выполненные в этот же период с применением среды приготовленной на пресной воде (рис. 3).

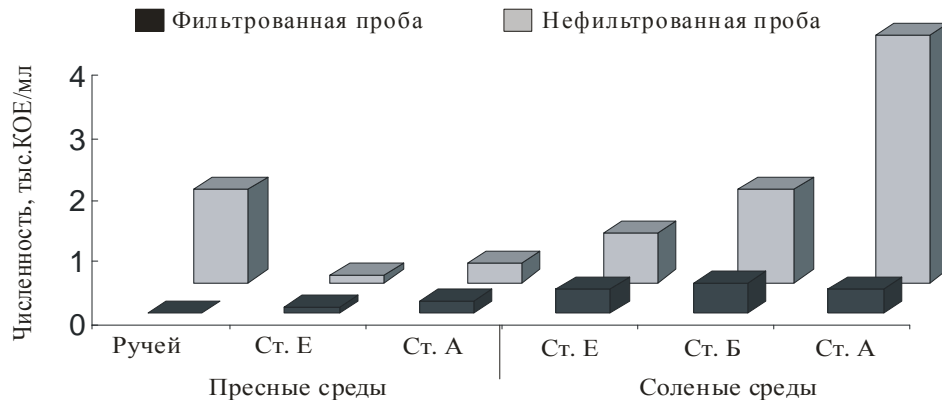


Рис. 3. Численность культивируемых бактерий (тыс. КОЕ/мл) в пробах воды, отобранных вдоль градиента солености на станциях нижнего горизонта литорали губы Ярнышной в июле 2002 г.

Из результатов посева нефильтрованных проб следует, что в морскую воду из ручья в среднем попадало 1,5 тыс. КОЕ/мл пресноводных бактерий. Вдоль градиента солености их количество уменьшалось и составляло в поверхностном слое на пресной среде 0,1–0,3 тыс. КОЕ/мл. В тоже время по направлению к морю вдоль линии уреза воды наблюдалось увеличение числа галофильных бактерий (в среднем от 0,8 тыс. до 4,0 тыс. КОЕ/мл). При этом концентрация фильтрованных бактериальных клеток вдоль градиента солености устойчиво составляла сотни КОЕ/мл.

Присутствие фильтрованных бактериальных клеток в водах губы вдоль десятиметровой изобаты было выявлено лишь в зоне смешения морских и пресных вод, где соленость была минимальной за весь период и составляла 29,6‰ (ст. Е1).

Появление в мелководной зоне фильтрующихся клеток определялось рядом факторов, среди которых можно выделить многочисленные заросли фукоидов, обладающих достаточно высокой антибиотической активностью [5, 11] показанной в отношении чужеродных для морской среды микроорганизмов [10].

Возможно, что под влиянием экзометаболических водорослей часть бактерий, попавших с пресным стоком в воды губы, образовывала клетки субмикронных размеров, выявленные нами при посеве фильтрата. Съемка, выполненная на прилегающем к губе участке открытого моря, показала наличие культивируемых фильтрующихся форм бактерий в поверхностном распресненном (31,7‰) слое. Их количество изменялось от нуля до сотен КОЕ/мл. В придонных, более соленых водах (34,2‰), фильтрующиеся клетки были выявлены лишь на самой глубоководной станции (ст. 11). В пробах нефильтрованной воды численность культивируемых бактериальных клеток уменьшалась с глубиной, изменяясь от сотен до тысяч в поверхностном и от десятков до сотен КОЕ/мл в придонном слое.

Исследования пространственного распределения фильтрующихся бактерий глубоководной части губы Ярнышной в августе 2002 г. показали, что в поверхностном слое их численность в среднем составляла десятки КОЕ/мл, на глубине 10 м жизнеспособные формы выявлены не были. В нефильтрованных пробах число бактерий (КОЕ·мл⁻¹) изменялось от десятков на западных до сотен в на восточных участках. В слое 10 м по акватории губы культивируемые бактерии из нефильтрованных проб были распределены более равномерно и в среднем составляли десятки КОЕ/мл.

Выводы

Таким образом, в летний период выявлено уменьшение числа культивируемых бактерий субмикронных размеров как с увеличением расстояния от линии уреза воды, так и с глубиной. Их

доля в составе бактериопланктона сильно варьировала, а обилие в губе Ярнышной определялось наличием пресного стока, интенсивностью динамических процессов, удаленностью мест отбора проб от береговой линии и присутствием экзометаболитов, выделяемых сообществом макрофитов. Одной из возможных причин обнаружения фильтрующихся клеток в пробах открытого побережья может служить разнородность и разнокачественность водных масс в районе исследования [3].

1. Байтаз О.Н. Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / О.Н. Байтаз – М., 1998. – 25 с.
2. Горбенко А.Ю. Вклад фильтрующихся форм бактерий в трансформацию органических веществ в планктонной экосистеме / А.Ю. Горбенко // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, № 5. – С. 580–586.
3. Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. // Апатиты. – изд. КФ АН СССР, 1978. – 102 с.
4. Каменева Т.Г. Фильтрующиеся формы морской азотфиксирующей *Treponema hyponeustonicum* / Т.Г. Каменева, Л.Н. Пшенин, И.Е. Мишустина // Микробиология. – 1981. – Т. 50, № 4. – С. 705–708.
5. Переработка фукоидов Белого моря с целью извлечения йода / Сб. науч. Трудов : науч. ред. Н.В. Коровкина [и др.]. – Архангельск, 2004. – С. 124–127.
6. Мишустина И.Е. Ультрамикрорганизмы и органическое вещество океана / Мишустина И.Е., Батурина М.В.. – М.: Наука, 1984. – 93 с.
7. Мишустина И.Е. Бактерии субмикронных размеров в воде, илах литоральной отмели на поверхности макрофитов в Баренцевом море / Мишустина И.Е., Широколобова Т.И. // Докл. РАН. – 1999. – Т. 365, № 3. – С. 425–427.
8. Песегов В.Г. Экология гетеротрофных бактерий в заливах северных морей / В.Г. Песегов // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей. – 1994. – С. 31–38.
9. Прозоровский С.В. L-формы бактерий (механизм образования, структура, роль в патологии) / С.В. Прозоровский, Л.Н. Кац, Г.Я. Каган. – М.: Медицина, 1981. – 237 с.
10. Трунова О.Н. Биологические факторы самоочищения водоемов сточных вод / О.Н. Трунов. – Л.: Наука, 1979. – 112 с.
11. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море / К.М. Хайлов. – К.: Наук. думка, 1971. – 252 с.
12. Mishustina I.E. Microorganisms and nanoorganisms in the ocean the example of the Barents sea / I.E. Mishustina, O.N. Baitaz, M.I. Moskvina [et al.] // Proceeding of SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology VI. Bacterial paleotology. – 2003. – P. 182–190.
13. Panikov N. Contribution of nanosized bacteria to the total biomass and activity of a soil microbial community / N. Panikov // Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – Vol. 57. – P. 245–294.
14. Roszak D.B. Metabolic activity of bacterial cells enumerated by direct viable count / Roszak D.B., Colwell R.R. // Appl. Environ. Microbiol. – 1987. – Vol. 53. – P. 2889–2893.

Т.И. Широколобова

Мурманський морський біологічний інститут Карельського Наукового Центру РАН, Росія

ФИЛЬТРУЮЩИЕ КЛЕТКИ В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ УЗБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЕ

У прибережній зоні Баренцева моря досліджено розподіл культивованих форм бактеріальних клітин субмікронних розмірів, які при фільтрації проходять через фільтри з порами 0,2 мкм.

Ключові слова: бактеріопланктон, фільтруючі клітини, Баренцево море

T.I. Shirokolobova

Murmansk marine biological Institute of Karelia Scientific Center of RAS, Russia

FILTER-PASSING CAGES IN BAKTERIOPLANKTONE BARENTS SEA

A distribution of the cultivated bacterial forms of the submicronic sizes, that pass through the filters with diameter of a pore 0,2 microns, was investigated in Barents sea's coastal site.

Key words: bacterioplankton, filter-passing cages, Barents sea

УДК 582.26: 574.5 [262.5.05]

Г.М. ШИХАЛЄСВА¹, А.А. ЕННАН¹, В.П. ГЕРАСИМ'ЮК^{1,2}, О.Д. ЧУРСІНА¹,
С.К. БАБІНЕЦЬ¹, Г.М. КІРЮШКІНА¹

¹Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН України і НАН України
вул. Преображенська, 3, Одеса 65082

²Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса 65082, Україна

БІОІНДИКАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ МАКРОВОДОРОСТЯМИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я)

Наведені результати дослідження вмісту ряду металів (Cu, Cr, Cd, Pb) у макроскопічних водоростях Куяльницького лиману. Встановлено, що максимумами накопичення Cr і Cu більш характерні для *Enteromorpha intestinalis*, ніж *Cladophora siwaschensis*. Пропонується використання цих водоростей в якості індикаторів металевого забруднення.

Ключові слова: Куяльницький лиман, водорості, важкі метали

Нині у зв'язку з збільшенням антропогенного впливу на природні екосистеми питання про накопичення важких металів у основних ланцюгах водних екосистем є вкрай актуальними. Одним з ланцюгів живлення гідробіонтів є водорості, які беруть активну участь у процесах біохімічної міграції важких металів. Водорості мають здатність накопичувати метали, що призводить до перерозподілу їх вмісту у водній екосистемі (вода-гідробіонти-донні відкладення) [1].

Слід відмітити, що нині аналітичні дані про мікроелементний склад водоростей Куяльницького лиману в літературі відсутні. Видовий склад водоростей, які адаптувалися до сучасних умов гіпергалинного Куяльницького лиману, нараховує 87 видів [2]. Найбільша видова різноманітність характерна для діатомових водоростей (60 видів), до відділів синьозелених належать 18 і зелених 9 видів водоростей. Подібний видовий склад водоростей зустрічався в Куяльницькому лимані в 2004–2006 рр. за мінералізацією води 63–170 г/дм³. В період 2007–2009 рр. за мінералізацією води 200–340 г/дм³ в лимані був життєздатним лише один вид – *Dunaliella salina* Teod.

В цій роботі вперше наведені результати аналізу вмісту ряду важких металів (Cr, Cu, Pb, Cd) в домінантних для Куяльницького лиману видах макроскопічних водоростей.

Робота виконувалась в рамках системного комплексного екологічного моніторингу акваторії та прибережної території Куяльницького лиману, який здійснювали фахівці ФХІЗНСІЛ на протязі 2000-2009 рр.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для досліджень слугували розповсюджені в прибережній смузі лиману види *Cladophora siwaschensis* С. Meyer, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link. Зразки макроводоростей були зібрані в різні сезони 2004–2006 рр. на різних субстратах (камені, мулі, піску, бетонних спорудах) за сіткою станцій постійного моніторингу в акваторії Куяльницького лиману, що розташовані уздовж прибережної смуги акваторії лиману на відстані біля 100 м від урізу води та 10–20 м від місць скиду стічних вод та водотоків антропогенного походження. Одночасно відбирали проби води і донних відкладень.

В лабораторних умовах водорості відокремлювали від каміння, донних відкладень (мулу та піску), відмивали дистильованою водою та сушили до повітряно-сухого стану при температурі 25 °С, потім у сушильній шафі за температури 85С до постійної маси. Висушені зразки подрібнювали і мінералізували азотною кислотою згідно з загальноприйнятою методикою [3].

Вміст свинцю, кадмію, міді, хрому визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії на спектрофотометрі з електротермічною атомізацією проб «Сатурн – 3-П» з графітовою приставкою «Графіт-2».

Вміст металів відображали в мкг/г сухої маси. Контроль здійснювали з використанням стандартних зразків.

Проби води відразу фільтрували через мембранні фільтри у пластикові склянки та консервували 2% розчином нітратної кислоти. Проби донних відкладень готували аналогічно біопробам.

Ступінь накопичення металів у біопробах оцінювали за допомогою коефіцієнту біологічного накопичення [4], який розраховували відносно елементного складу води у перерахунку на суху речовину.

Результати досліджень та їх обговорення

На біоаккумуляцію металів може впливати ряд фізіологічних та екологічних факторів, серед яких слід виокремити мінеральний склад природних вод, здатність розчинної органічної речовини до комплексоутворення, депонуючі властивості донних відкладень, акумулюючу здатність організмів.

Висока мінералізація води Куяльницького лиману, органічний та мінеральний склад донних відкладень лиману, біомаса макрофітів відіграють суттєву роль в міграції металів. На основі багаторічних досліджень встановлено, що мінералізація води Куяльницького лиману змінюється в широких межах і тісно пов'язана з гідрологічним режимом лиману, що характеризується великою мінливістю[5].

Солоність води Куяльницького лиману в період 2004–2006 рр. коливалась у межах 63–170‰ (середня за період дослідження 125‰), активна реакція середовища змінювалася в межах 6,9–7,8 одиниць рН, значення розчинного кисню коливалися в межах 2,0–6,5 мг/дм³, концентрації біогенних сполук коливалися в межах (мг/дм³): нітрати – 0,387–1,222 мг/дм³, нітроти – 0,086–0,127 мг/дм³, фосфати – 0,226–0,409 мг/дм³.

Дані про вміст *Cu*, *Cr*, *Pb*, *Cd* у воді гіпергалінного Куяльницького лиману на їх накопичення у макроводоростях та донних відкладеннях наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Вміст ряду металів у макроскопічних водоростях, донних відкладеннях (мг/кг сухої маси) та воді (мг/дм³) Куяльницького лиману (вересень 2004 р. – травень 2006 р.)

Метал	<i>Cladophora siwaschensis</i>	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Донні відкладення	Вода
Cu	<u>0,202 – 0,732</u> 0,586	<u>1,253 – 1,275</u> 1,264	<u>6,2 – 42,7</u> 20,2	<u>0,014 – 0,142</u> 0,041
Cr	<u>0,283 – 8,391</u> 2,371	<u>3,271 – 3,300</u> 3,286	<u>3,1 – 13,6</u> 6,4	<u>0,010 – 0,148</u> 0,073
Pb	<u>0,277 – 1,935</u> 0,576	<u>0,111 – 0,142</u> 0,126	<u>3,6 – 22,1</u> 10,6	<u>0,040 – 0,110</u> 0,081
Cd	<u>0,002 – 0,039</u> 0,018	<u>0,031 – 0,056</u> 0,044	<u>0,4 – 2,5</u> 1,3	<u>0,001 – 0,012</u> 0,005

Примітка: в чисельнику наведені максимальний та мінімальний вміст, в знаменнику – середній вміст металу.

Дослідження вмісту важких металів в основних компонентах водної екосистеми лиману показало, що в 2004–2006 рр. (за середніми значеннями) спостерігалось перевищення гранично–припустимих концентрацій у воді для *Cr*, *Pb*, *Cd* в 1,5, 2,7 і 5,0 разів відповідно. В зразках донних відкладень вміст міді практично фіксувався на фоновому рівні, а кадмію – перевищував фонові на порядок [6].

Наведені в табл. 1 дані показують, що концентрації металів в донних відкладеннях в сотні разів, а в водоростях практично на порядок перевищують їх концентрації у воді, що дає можливість використовувати водорості як тест–об'єкти для оцінки рівня забруднення водної екосистеми лиману металами.

За значеннями коефіцієнтів біологічного накопичення (рис. 1) метали утворюють такий ряд: $Cr > Cu > Pb > Cd$.

Коефіцієнти біологічного накопичення металів водоростями свідчать як про забруднення водної екосистеми Куяльницького лиману *Cr*, *Pb*, *Cu*, *Cd*, так і про їх біологічну доступність та можливість включатися в фізіологічні та біохімічні процеси.

Слід відзначити, що коефіцієнти накопичення металів різними видами водоростей відрізняються: максимальне поглинання хрому та міді характерно для *Enteromorpha intestinalis*, свинцю – для *Cladophora siwaschensis*. Кадмій можна віднести до важких металів, що характеризується слабким накопиченням таломами макроскопічних водоростей.

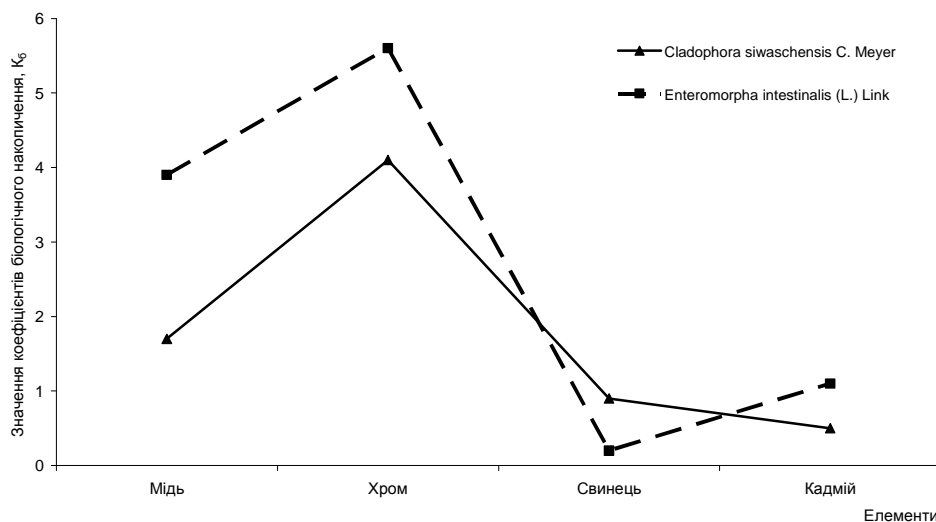


Рис. 1. Коефіцієнти біологічного накопичення (Кб) металів макроводоростями Куяльницького лиману (середні значення)

Вміст металів протягом 2004–2005 рр. також мав значні коливання (рис. 2). Найбільші значення їх вмісту фіксували навесні та восени, найменші – влітку. Вказана закономірність характерна для всіх металів, крім свинцю. Отримані дані добре узгоджуються з результатами сезонних коливань металів у зразках води лиману (середні значення в 2004–2006 рр.).

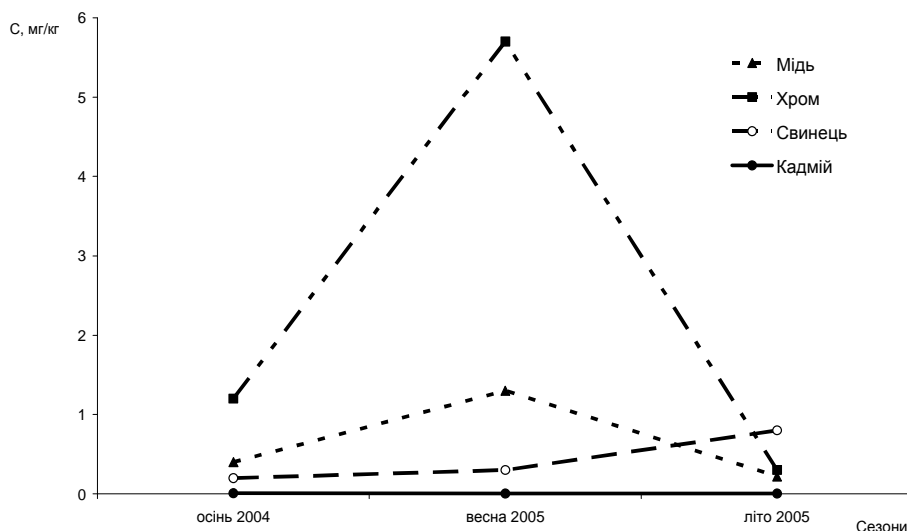


Рис. 2. Сезонна динаміка вмісту металів у слані *Cladophora siwaschensis*

Висновки

Встановлено, що міжвидова різниця в концентраціях важких металів (в 1,5–2,0 рази) пов'язана як з фізіолого-біологічними особливостями видів, так і екологічними факторами. У цілому, в мінеральному складі водоростей переважають хром і мідь. Одночасне визначення металів у таломас макроскопічних водоростей, воді та донних відкладеннях лиману дає можливість встановити вплив забруднення середовища зростання макрофітів на акумуляцію металів.

1. Захарова Л.Н. Поливалентные металлы в водорослях, процесс и формы их концентрирования / Захарова Л.Н., Удельнова Т.М. // Усп. соврем. биол. – 1977. – Т. 83, № 2. – С. 274–286.
2. Герасим'юк В.П. Еколого-флористичний аналіз водоростей Куяльницького лиману / В.П. Герасим'юк, Г.М. Шихалеева, А.А. Еннан // Вісник ОНУ. – 2006. – Т.11, Вип. 6 (сер. Біологія). – С. 93–105.

3. Обухов А.И. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических условиях / Обухов А.И., Плеханова И.О. – М.: Московский Государственный Университет, 1991. – С. 94–100.
4. Никаноров А.М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / Никаноров А.М., Жулидов А.В. – Л.: Гидрометеиздательство, 1991. – 309 с.
5. Адобовский В.В. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана / В.В. Адобовский, Г.Н. Шихалеева, Н.М. Шурова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2002. – № 6. – С. 71–81.
6. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А.П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – №7. – С. 555–571.

Г.М. Шихалеева¹, А.А. Эннан¹, В.П. Герасимюк^{1,2}, О.Д. Чурсина¹, С.К. Бабинец¹,
Г.М. Кирюшкина¹

¹Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека МОН Украины и НАН Украины, Одесса

²Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОВОДОРОСЛЯМИ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА (СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ)

Приведены результаты исследования содержания ряда металлов (Cu, Cr, Cd, Pb) в макроскопических водорослях Куяльницкого лимана. Установлено, что максимумы накопления Cr и Cu более характерны для *Enteromorpha intestinalis*, чем *Cladophora siwaschensis*. Предлагается использование этих водорослей в качестве индикаторов металлического загрязнения.

Ключевые слова: Куяльницкий лиман, водоросли, тяжелые металлы

G.M. Shikhaleeva¹, A.A. Ennan¹, V.P. Gerasim'yuk^{1,2}, O.D. Chursina¹, S.K. Babinets¹,
G.M. Kiryushkina¹

¹Physical and chemical Institute defence of Environment and Man MES of Ukraine and NAS of Ukraine, Odesa

²Odesa National University named after I.I. Mechnikov, Ukraine

BIOINDICATION OF HEAVY METALS BY THE MACROALGAE OF KUYAL'NIK ESTUARY (NORTH-WESTERN PRICHERNOMOR'YA)

The results of research of maintenance of row of metals (Cu, Cr, Cd, Pb) are resulted in the macroscopic water-plants of Kuyalnyk liman. It is set that maximums of accumulation of Cr and Cu are more characteristic for *Enteromorpha intestinalis*, what *Cladophora siwaschensis*. The use of these water-plants is offered as indicators of metallic contamination.

Key words: Kuyal'nik estuary, algae, heavy metals

УДК 574.3: 594.124(262.5)

Н.М. ШУРОВА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ПОПУЛЯЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКОЇ МІДІЇ

Розглянуто вплив двох антропогенних чинників на мідій Чорного моря. Помірне евтрофування вод сприяє збільшенню кормової бази мідії, що збільшує їх ріст, чисельність та біомасу. Високі рівні евтрофування з заморами донної фауни, навпаки, – знижують їх. Різноманітність адаптацій інтродукованих мідій підвищує їх фізіологічну різноманітність.

Ключові слова: антропогенні чинники, структурно-функціональна організація, мідія, Чорне море

Мідії *Mytilus galloprovincialis* поширені на шельфі Чорного моря і є в складі обростань різних гідротехнічних споруд. Вони утворюють самостійний біоценоз і входять до складу інших

зооценозів, є об'єктом промислу і марикультури. Високий фільтраційний потенціал мідій сприяє зниженню евтрофування і забруднення прибережних морських вод.

Показниками стану популяції мідій *Mytilus galloprovincialis* Чорного моря, так само як і інших гідробіонтів, є їх чисельність і біомаса. За своєю суттю ці показники відображають результат взаємодії організму з середовищем, оскільки визначаються мірою адаптації гідробіонта до реальних чинників, що виявляється у відмінностях структури його локальних поселень, рівні смертності, швидкості росту, продуктивності.

Суттєво на поселення мідій впливають будівництво гідроспоруд, днопоглиблення, скидання ґрунту, дренажних і стічних вод. Проте ці типи антропогенної дії порівняно з двома основними – евтрофування і забруднення, включно і біологічне, вод Чорного моря мають менш масштабний, регіональний характер. Щодо евтрофування та інтродукції близьких видів (тобто неумисне вселення *Mytilus trossulus* і *Mytilus edulis*), ці антропогенні чинники діють на всі поселення мідій Чорного моря, змінюючи структурні і функціональні характеристики популяції молюска. Тому в концептуальній моделі антропогенного впливу на середню чисельність та біомасу мідій Чорного моря ми розглядаємо ці два типи дії як наймасштабніші (рис.).



Рис. Концептуальна модель антропогенного впливу на структурно-функціональну організацію популяції мідій Чорного моря

Вважають [2], що антропогенна дія, підвищуючи абіотичну різноманітність, сприяє збільшенню біотичної різноманітності на рівні популяції. Аналіз змін структурної і функціональної організації популяції мідій в умовах Чорного моря з урахуванням цих антропогенних дій певною мірою підтверджує це. Слід зазначити, що приведені твердження справедливі лише в певному діапазоні інтенсивності впливу. Так, на подальших стадіях евтрофування вод, коли вони вже носять нелінійний характер, а підпорядковані законам антропогенної деструктивної сукцесії [1], навпаки, відбувається зменшення різноманітності, що і підтверджують наші дослідження.

Так, вплив евтрофування вод північно-західної частині Чорного моря на поселення мідій виявляється двояко. При помірних рівнях евтрофування, коли в придонних горизонтах ще зберігається достатня кількість кисню, підвищення вмісту біогенних речовин сприяє збільшенню кормової бази мідій і, відповідно, темпів росту та продуктивності молюсків, розширенню їх поселень, збільшенню чисельності та біомаси. При вищих рівнях евтрофування, коли дуже швидко накопичуються органічні речовини, у донних осадах розвивається гіпоксія з періодичними заморами донної фауни, а це призводить до підвищення смертності мідій, спрощення їх розмірно-вікової структури, знижує продуктивність молюсків, їх чисельність і біомасу.

Інтродукція у Чорне море близьких видів *Mytilus trossulus* і *M. edulis*, здатних вільно схрещуватися з *M. galloprovincialis*, змінює генофонд популяції молюска, що відбивається на структурних і функціональних характеристиках популяції чорноморської мідії, її здатності адаптуватися до негативних умов середовища. Різноманітність в екологічній адаптації інтродукованих та можливих гібридних молюсків виявляється у встановлених відмінностях відношення мідій різних морфологічних типів, що виділяються формою і структурним особливостям черепашки, адаптаціями до солоності, температури, насичення води киснем, до глибини тощо.

Встановлені відмінності темпів росту, продукції, рівня смертності, тривалості життя і плодючості морфологічних типів молюсків свідчать про підвищення фізіологічної різноманітності мідій Чорного моря, що сприяє збільшенню загальної чисельності їх популяції і розширює можливості їх існування в умовах північно-західної частини Чорного моря з високою мірою опріснення та евтрофування вод.

Висновки

Дані про розподіл, функціональні та структурні особливості вселенців та їх гібридів в Чорне море дуже обмежені. Проте виявлені нами деякі закономірності структурної і функціональної організації популяції мідій Чорного моря, прояви її фізіологічної гетерогенності можуть служити основою для продовження різнобічних досліджень популяції мідій Чорного моря в цьому напрямку.

1. Кренева С.В. Применение принципа пространственно-временных аналогий в анализе антропогенных сукцессий и концепции индивидуального нормирования нагрузки на водные экосистемы/ С.В. Кренева, Г.Г. Матишов, К.В. Кренева // Докл. РАН.– 2003.– Т. 388, № 4.– 565–567.
2. Протасов А.А. К определению воздействия тепловых и атомных электростанций на гидроэкосистемы с помощью экспертных оценок / Протасов А.А., Здановски Б.К. // Гидробиол. журн. – 2002. – Т. 38, № 1. – С. 95–105.

Н.М. Шутова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины

ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ПОПУЛЯЦИИ МИДИЙ ЧЕРНОГО МОРЯ

Рассматривается влияние двух антропогенных факторов на мидий Черного моря. Умеренное эвтрофирование способствует увеличению кормовой базы мидий, что увеличивает их рост, численность и биомассу. Высокое эвтрофирование, наоборот, – снижает их. Разнообразие адаптаций интродуцированных мидий повышает физиологическое разнообразие моллюсков.

Ключевые слова: антропогенные факторы, структурно-функциональная организация, мидия, Чорное море

N.M. Shurova

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE SSTRUCTURAL-FUNCTIONAL ORGANIZATION OF POPULATION OF THE BLACK SEA MUSSELS

Influence of anthropogenic factors on the Black Sea mussels was examined. Moderate eutrophication is increasing of feed base for shellfishes, which aids in increasing of the growth rate and abundance of the mussel. High eutrophication – is increasing mortality rate of mussels. Differences in adaptation of the genetic mussel types give evidence on physiological diversity of the Black Sea mussels.

Key words: anthropogenic factors, structural-functional organization, mussel, Black Sea

УДК 594.124:591.134. 2:612.391

С.А. ЩЕРБАНЬ

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

ТКАНЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛКОВОГО СИНТЕЗА У ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ANADARA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIERE) В УСЛОВИЯХ НОРМЫ И ПРИ ДЕФИЦИТЕ ПИЩИ

Представлены результаты сравнительных исследований уровня белкового синтеза в жабрах, гепатопанкреасе, мантии и ноге разных размерно-возрастных групп моллюска *Anadara inaequalvis* Br. (условия нормы) и при дефиците пищи. Показано, что процессы белкового синтеза имели выраженную тканевую специфику, различия уровня синтеза отмечены только для ткани мантии. При недостатке пищи процессы биосинтеза в тканях анадары характеризовались разнонаправленностью. Так, в жабрах отсутствовала тенденция к повышению, либо снижению уровня биосинтеза, уровень синтеза в тканевых структурах ноги снижался в 1,3 раза.

Ключевые слова: Anadara inaequalvis, белковый синтез, тканевые особенности, сум. РНК, индекс РНК/ДНК, дефицит пищи

Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis Bruguiere* (сем. Arcidae L.) был обнаружен в Черном и Азовском морях в 80-е годы прошлого столетия и рассматривался как вид-вселенец [2, 5]. Обладая высокой толерантностью к таким факторам как температура и солёность, а также выдерживая широкий диапазон содержания кислорода в среде, расселился преимущественно на глубинах от 7 м до 25 м [2, 5, 9]. В настоящее время имеет место массовое оседание личинок на субстраты и коллекторные установки мидийных и устричных ферм. Несмотря на явное доминирование в некоторых экосистемах Черного моря, не вызывал к себе интереса в силу того, что не являлся промысловым видом.

Вопросы роста этого вида практически не изучены, нет данных о скоростях роста и особенностях биосинтетической активности отдельных органов. Моллюск растет значительно медленнее других массовых двустворок Черного моря, таких как мидии и устрицы [3, 5, 9]. После оседания, за 2–2,5 года анадара может достигать лишь размеров 14–20 мм, в условиях аквариума значительно меньших [3], а средний размер раковины составляет 11–30 мм [2, 5]. В этой связи, актуальны исследования, направленные на выяснение эколого-физиологических аспектов роста, определения биохимических параметров белкового синтеза.

Цель настоящей работы заключалась в сравнительной оценке уровня белкового синтеза в тканях анадары разных размерно-возрастных групп (условия нормы) и при дефиците пищи.

Материал и методы исследований

Работа выполнена на взрослых особях *A. inaequalvis* Bruguiere трех размерных диапазонов с длиной створок 14–17 мм, 17–22 и 22–27 мм, привезенных с коллекторных установок устричной фермы на мысе Кикинейз (пос. Качивели, ЮБ Крыма) весной 2008 года. Предположительный возраст их составил 2,5; 3,0 и 3,5 года. До момента препарирования тканей моллюсков выдерживали в аквариуме с проточной водой в течение 2-х суток для снятия стресса. Для постановки эксперимента на голодание отбирались моллюски со створкой 22–27 мм. Группа (10

экз.) содержалась в слабопроточном аквариуме, объемом 13,5 дм³, в воде, свободной от метаболитов и насыщенной кислородом ~7 мг/дм³ (условия, приближенные к естественным) при t воды=17–18°C и солености 18‰. Продолжительность экспозиции – 15 суток. В течение этого времени производили полную замену воды в емкостях для удаления метаболитов. Концентрацию кислорода контролировали потенциометрически с применением стандартных хлорсеребряных электродов.

В гепатопанкреасе, жабрах, ноге и мантии определяли содержание суммарных РНК и ДНК. Исследуемые показатели измерены спектрофотометрически (СФ-2) и определены по методу Спирина [4]. Результаты измерений выражали в мкг/мг сухой ткани. Статистическая обработка выполнена с применением стандартных пакетов Excel 97.

Результаты исследований и их обсуждение

Норма. Процессы биосинтеза белка, приводящие к наращиванию пластических ресурсов тканей, оценивались нами по содержанию суммарной РНК и значению индекса РНК/ДНК у 3-х размерно-возрастных групп моллюска. Анализ показал наличие тканевой специфики синтеза и выявил некоторые возрастные особенности, прежде всего в ткани мантии анадары (рис. 1).

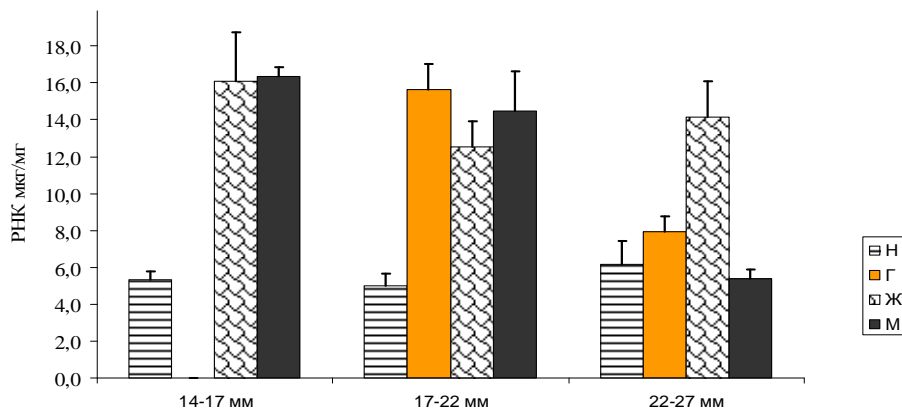


Рис. 1. Уровень синтетической активности тканей анадары в условиях нормы. Н – нога; Г – гепатопанкреас; Ж – жабры; М – мантия

Ткань жабр и мантии 2-х размерных диапазонов анадары (14–17 мм и 17–22 мм) отличались максимально высокими показателями суммарной РНК. Уровень белкового синтеза в жабрах был стабильно высоким у всех исследуемых групп: пределы значений 12,55–16,07 мкг/мг, без статистически достоверных различий ($p > 0,05$). Для сравнения, в жаберной ткани мидий, близких по возрастным характеристикам к группе 22–27 мм, уровень синтеза ниже в среднем в 4,5 раза [6]. Мантийная ткань имела размерно-возрастные отличия. Так, у группы с наибольшими размерами, уровень содержания сум. РНК достоверно ниже ($5,40 \pm 0,43$ мкг/мг, $p < 0,05$), чем у более мелких: $14,46 \pm 1,89$ мкг/мг и $16,23 \pm 0,45$ мкг/мг, что свидетельствует о более активных процессах белкового синтеза в данной ткани у мелкоразмерных, быстрорастущих моллюсков.

Содержание суммарной РНК в ноге у всех групп анадары было заметно низким, в диапазоне значений 4,99–6,16 мкг/мг, при этом не отмечено статистически значимых различий ($p > 0,05$). Результаты свидетельствуют также о том, что интенсивность синтеза в ткани ноги анадары ниже, чем в жабрах в 3,0 раза (группа 14–17 мм); в 2,4 раза (группа 17–22 мм) и в 2,2 раза (группа 22–27 мм); чем в гепатопанкреасе – в среднем в 2,2 раза.

Ткань гепатопанкреаса исследовалась у двух групп. Результаты показали, что содержание РНК у “средней” размерно-возрастной группы значительно выше, чем у более крупных моллюсков: $15,64 \pm 1,14$ мкг/мг и $7,81 \pm 0,71$ мкг/мг соответственно. Интенсивность синтетических процессов в гепатопанкреасе мидий оценивается величиной $4,20 \pm 0,5$ мкг/мг, что в 1,8 раза ниже, чем у скафарки [6].

Показателем анаболической активности может служить и рассчитанный индекс – РНК/ДНК. В литературе имеется достаточно данных о пригодности его в оценке скоростей процессов биосинтеза белка и регенерации тканей [6–8, 10]. Величины индекса приведены в таблице.

Значения индекса РНК/ДНК в тканях разноразмерных групп анадары

Ткани	Размерно-возрастная группа		
	L = 14–17 мм	L=17–22 мм	L=22–27 мм
Жабры	9,67	5,60	6,44
Мантия	8,12	6,94	3,93
Гепатопанкреас	–	3,75	2,72
Нога	4,90	4,84	4,34

Полученные значения подтверждают высокий уровень процесса в жабрах у всех групп и мантийной ткани более мелких моллюсков (индексы 8,12 и 6,94). Самые низкие значения получены для гепатопанкреаса – 2,72, а величины индекса для ткани ноги анадары отражают стабильный уровень биосинтеза. Таким образом, в естественных условиях существования, процессы белкового синтеза в тканях моллюска имели выраженную тканевую специфику.

Дефицит пищи. Для сравнения биосинтетических процессов использовались моллюски, с размером раковины 22–27 мм. Согласно полученным данным, после 15-ти суточной экспозиции, процессы биосинтеза в жабрах, гепатопанкреасе и ноге анадары протекали по-разному. В сравнении с моллюсками, находящимися в привычной среде, уровень белкового синтеза менялся незначительно.

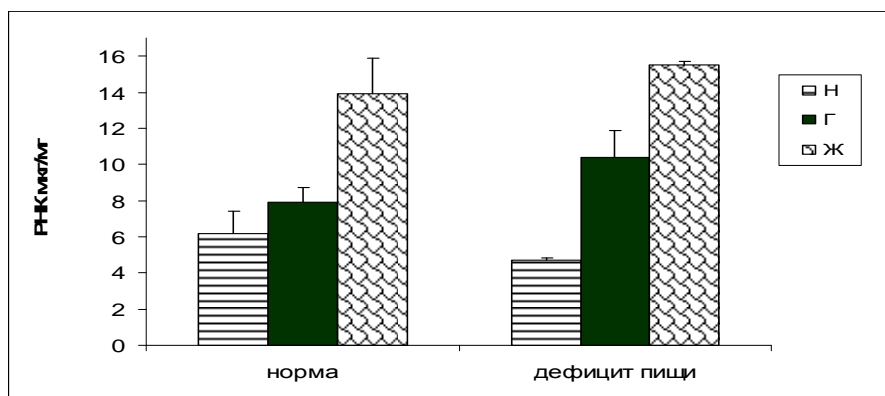


Рис. 2. Уровень анаболической активности тканей анадары в норме и при дефиците пищи. Н – нога; Г – гепатопанкреас; Ж – жабры

Жаберная ткань практически не реагировала на дефицит пищи: достоверных различий в содержании суммарной РНК не получено ($p>0,05$). Анаболическая активность ткани ноги несколько снижалась (в 1,3 раза по величине сум. РНК) по сравнению с таковой у моллюсков в условиях нормы ($p<0,05$). Дефицит пищи, даже незначительный, приводит к снижению пластических ресурсов (таких как аминокислоты и белки) тканей животных. Это отражается и на снижении индекса РНК/ДНК [6–8, 10]. Проведенные исследования активности ряда ферментов углеводного и белкового обмена, а также содержания белковых метаболитов в тканях анадары в условиях голода показали, в частности, что уровень белка в жабрах понижался в первые 6 дней голодания на 21%, а затем не претерпевал значимых различий [1]. По данным этих же авторов отмечено уменьшение содержания аминокислот как в жабрах, так и в ноге анадары.

Ткань гепатопанкреаса имела свою специфику. Сравнение величин сум. РНК и индекса РНК/ДНК у контрольных и опытных групп показало рост уровня сум. РНК с величины $7,81\pm0,71$ мкг/мг до $9,60\pm0,90$ мкг/мг, а индекса РНК/ДНК с 2,72 до 10,4. Специфичность реакции гепатопанкреаса подтверждена и рядом других показателей, прямо и косвенно связанных с направленностью процессов биосинтеза. В частности, снижался АК пул и увеличивалось содержание белка, в среднем на 30% [1]. Как оказалось, процесс адаптации анадары к голоду шел по пути активного использования резерва аминокислот печени, о чем по данным авторов [1], свидетельствовали величины активностей аминотрансфераз и резкое повышение в этом органе активности одного из лизосомальных ферментов – катепсина-D, в 3,5 раза. Объяснить высокое, по сравнению с контрольной группой, содержание белка в данном органе сложно. Вполне возможно, что в силу адаптивных возможностей ткань данного органа стремится к сохранению своего белкового резерва, активизируя уровень процессов синтеза.

Таким образом, недостаток пищи не являлся агрессивным стресс-фактором для процессов биосинтеза в тканях анадари. Наиболее чувствительной оказалась лишь ткань ноги, так как ее анаболическая активность снижалась в 1,3 раза по сравнению с уровнем в ткани моллюсков, находящихся в условиях нормы.

Выводы

1. Ткани разноразмерных групп анадари характеризуются следующими особенностями: а) жаберным структурам свойственна высокая анаболическая активность, уровень которой у всех групп приблизительно одинаков; б) синтетическая активность мантии 2-х размерно-возрастных групп (14–17 и 17–22 мм) выше в среднем в 2,7 раза, чем у более крупных моллюсков (22–27 мм); в) тканевые структуры ноги наиболее инертны; г) интенсивность синтеза ниже, чем в жабрах в 3,0 раза (у мелких); в 2,4 раза (у средних) и в 2,2 раза (у крупных), чем в гепатопанкреасе – в среднем в 2,2 раза.
2. В гепатопанкреасе, жабрах и ноге моллюска в условиях дефицита пищи процессы белкового синтеза протекали разнонаправленно: а) в жаберной ткани не отмечалась тенденция к повышению, либо к снижению уровня белкового синтеза; б) в гепатопанкреасе, при этих же условиях, уровень синтеза возрастал в 1,3 раза, что указывает на адаптивные возможности и сохранение белкового резерва ткани; в) анаболическая активность ткани ноги несколько снижена (в 1,3 раза) по сравнению с ее уровнем в тканях моллюсков, находящихся в условиях нормы.

1. Андреев Т.И. Особенности реорганизации тканевого метаболизма у двусторчатого моллюска *Anadara inaequalis* (Brugiere, 1789) в условиях экспериментального голодания / Т.И. Андреев, А.А. Солдатов, И.В. Головина // Мор. экол. журн. – 2009. – Т. VIII, № 3. – С. 15–24.
2. Золотарев В.Н. Двусторчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря / В.Н. Золотарев // ДАН СССР. – 1987. – Т. 297. – С. 501–502.
3. Ревков Н.В. Разнообразие зообентоса рыхлых грунтов в прибрежной зоне Крымского побережья Черного моря / Н.В. Ревков, Н.А. Болтачева, Т.В. Николаенко, Е.А. Колесникова // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 561–571.
4. Спирин А.С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот / А.С. Спирин // Биохимия. – 1958. – Т. 23, № 5. – С. 656–662.
5. Стадниченко С.В. Популяционная структура морских двусторчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007–2008 гг. / С.В. Стадниченко, В.Н. Золотарев // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – Вып. 20. – С. 248–261.
6. Щербань С.А. Влияние краткосрочной гипоксии на некоторые ростовые показатели черноморской мидии в условиях дефицита пищи / Щербань С.А., Вялова О.Ю. // Экология моря. – 2001. – Вып. 58. – С. 57–60.
7. Bowen K.L. RNA/DNA and protein Indices in Evaluating Growth and Condition of Aquatic Organisms: A Review / K.L. Bowen, O.E. Johannsson, R. Smith, C. Schlechtriem // Ann. Conf. Great Lakes Res. – 2005. – Vol. 48. – P. 34–39.
8. Gao L. Effect of starvation and compensatory growth on feeding, growth and body biochemical composition in *Acipenser schrenckii* juveniles / L. Gao, L. Chen, B. Song // L. Fish. China. – 2004. – Vol. 28, N 3. – P. 279–284.
9. Gomoiu M.T. *Scapharca inaequalis* (Brugiere), a new species in the Black Sea / M.T. Gomoiu // Cercet. Mar. Rech. Mar. – 1984. – N 17. – P. 131–141.
10. Rooker J.R. Application of RNA: DNA ratios to evaluate the condition and growth of larval and juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) / J.R. Rooker, G.J. Holt // Mar. Freshwat. Res. – 1996. – Vol. 47, N 2. – P. 12–18.

С.А. Щербань

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ТКАНИННІ ОСОБЛИВОСТІ БІЛКОВОГО СИНТЕЗУ У ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА *ANADARA INAEQUALIS* (BRUGIERE) В НОРМІ І ЗА ДЕФІЦИТУ ЇЖІ

Представлені результати порівняльних досліджень рівня синтезу в зябрах, гепатопанкреасі, мантиї і нозі різних розмірно-вікових груп моллюска *Anadara inaequalis* Br. (норма) та за дефіциту їжі. Показано, що білковий синтез має виражену тканинну специфіку, відмінності рівня синтезу відмічені лише для тканини мантиї. При дефіциті їжі біосинтез білків в тканинах анадари характеризувався різноспрямованістю. Так, у зябрах відсутня тенденція до підвищення або зниження рівня біосинтезу; рівень синтезу в тканинних структурах ноги знижувався в 1,3 рази.

Ключові слова: *Anadara inaequalis*, білковий синтез, тканинні особливості, сумарна РНК, індекс РНК/ДНК, дефіцит їжі

S.A. Shcherban'

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

TISSUE FEATURES OF PROTEIN SYNTHESIS FOR BIVALVE *ANADARA INAEGUIVALVIS* (BRUGUIERE) IN THE CONDITIONS OF NORM AND AT DEFICIT OF FOOD

Results of the comparative investigation of protein synthesis levels in gills, hepatopancreas, legs and somatic tissues of different age-size groups of mussels *Anadara inaequalis* Br. (normal condition) and under nutrition stress are present. It was shown the protein synthesis process have the expressed tissue peculiarity, differences of synthesis levels were observed for somatic tissues only. Biosynthesis process in *Anadara* tissues were characterised by different directions under the nutrition stress. Thus, the tendency of biosynthesis levels increase or decrease in gills was absent; the synthesis level in legs tissues in 1,3 times decreased.

Key words: Anadara inaequalis, protein synthesis, tissue features, RNK, index RNK/DNA, deficit food

УДК [576.89:597][262.5]

В.М. ЮРАХНО

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

**ВСТРЕЧАЕМОСТЬ МИКСОСПОРИДИЙ В ЧЕРНОМОРСКИХ
РЫБАХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДВУХ РЕЙСОВ 1988 г.**

Впервые изучена встречаемость миксоспоридий Чёрного моря в открытых водах на шельфе бывшего СССР и проведено сравнение зараженности рыб миксоспоридиями в разных районах моря, отличающихся гидрологическим и гидрохимическим режимом.

Ключевые слова: миксоспоридии, рыбы, Чёрное море

До настоящего исследования все сборы миксоспоридий рыб Чёрного моря проводились с суши и недалеко от берега. В статье представлены результаты изучения встречаемости миксоспоридий в открытом море на шельфе бывшего Украины, России и Грузии. Проведено сравнение зараженности рыб слизистыми споровиками в разных районах моря, отличающихся гидрологическим и гидрохимическим режимом.

Материал и методы исследований

Сбор паразитологического материала из рыб Чёрного моря проведен в марте и в июне–июле 1988 г. на СРТМах ЮгНИРО «Поисковик» и «Железный поток». В марте исследовали исключительно побережье Кавказа, в летние месяцы помимо кавказского побережья – фауну у берегов Крыма, Керченского пролива и северо–западной части моря. Лов рыбы производился донными тралами на глубинах 15–115 м. Рыб изучали методом неполного паразитологического вскрытия на предмет обнаружения миксоспоридий. Всего было исследовано 306 экз. рыб 26 видов. Найдено 9 видов миксоспоридий в 7 видах хозяев в первом рейсе. Также изучено 488 экз. рыб 16 видов и найдено 8 видов миксоспоридий в 6 видах хозяев во втором рейсе.

Постоянные желатин-глицериновые препараты из найденных микропаразитов изготавливались по общепринятой методике и исследовались на микроскопе МБИ–1 при увеличении $\times 1350$, рисунки выполнены с помощью рисовального аппарата РА–4.

Результаты исследований и их обсуждение

Впервые получены сведения о встречаемости миксоспоридий в зоне открытого моря на обширной акватории от северо–западной до восточной его части. У берегов Кавказа было найдено 9 видов миксоспоридий от 7 видов рыб, в Керченском проливе – 3 вида *Mixosporaea* от 2 видов хозяев, у берегов Крыма – 5 видов указанных микропаразитов от 4 видов рыб, в северо–западной части моря – 7 видов миксоспоридий от 4 видов рыб (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Миксоспоридии черноморских рыб у берегов Кавказа (по результатам рейса в марте 1988 г.)

Вид миксоспоридий	Вид рыбы-хозяина	Кол-во зараж. рыб / кол-во исслед. рыб	Район обнаружения
1	2	3	4
<i>Chloromyxum schulmani</i>	<i>Dasyatis pastinaca</i>	1/4 0/5 1/6 0/4 0/2	Геленджик-Идокопос Цихисдзири Новый Афон Бамбора Новая Мацеста
<i>Ch. Ovatum</i>	<i>Squalus acanthias</i>	8/15 0/4 4/6	Новый Афон Бамбора Янтарный-Кубанский
<i>Ch. Psetti</i>	<i>Raja clavata</i>	0/3 0/3 1/1 0/1 0/2	Геленджик-Идокопос Новый Афон Бамбора Мюссера Новая Мацеста
<i>Sphaeromyxa sabralesi</i>	<i>Syngnathus tenuirostris</i>	1/1 1/1	Геленджик-Идокопос Новая Мацеста
<i>Myxobolatus platessae</i>	<i>Platichthys flesus luscus</i>	0/4 0/3 0/1 0/1 6/10 2/7	Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс Палиастомы Цихисдзири Бамбора мыс Железный Рог
<i>Myxidium gadi</i>	<i>Platichthys flesus luscus</i> <i>Merlangius merlangus euxinus</i>	0/4 0/3 1/2 0/1 0/1 0/10 0/7 3/3 1/4 1/5 2/11 0/1 6/20 5/10 8/15	Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс Палиастомы Цихисдзири Палиастомы Бамбора мыс Железный Рог Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс мыс Железный Рог Палиастомы Цихисдзири Очамчири Новый Афон Новая Мацеста
<i>M. cochleatum</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>	2/3 2/5 0/5 0/1 2/6 1/1 3/6	Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс Очамчири Цихисдзири Новый Афон Бамбора Янтарный-Кубанский
<i>Ceratomyxa merlangi</i>	<i>Merlangius merlangus euxinus</i>	2/3 1/4 4/11 0/1 7/20 5/10 8/15 2/5	Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс Палиастомы Цихисдзири Очамчири Новый Афон Новая Мацеста мыс Железный Рог
<i>Ceratomyxa sp.</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>	3/3 0/5 2/5 0/1 1/6 1/1 0/6	Геленджик-Идокопос Уч-Дере-Дагомыс Очамчири Цихисдзири Новый Афон Бамбора Янтарный-Кубанский

Микоспоридии черноморских рыб у берегов Крыма и Кавказа, в Керченском проливе и северо-западной части Чёрного моря (по результатам рейса в июне-июле 1988 г.)

Вид микоспоридий	Вид рыбы-хозяина	Кол-во зараж. рыб /кол-во исслед. рыб	Район обнаружения
<i>Ch. Ovatum</i>	<i>Squalus acanthias</i>	1/4 0/4 3/14 2/5 7/16 1/2 0/2 0/1 1/2 0/3	Тамань ЮБК* Тарханкут северо-восток** северо-запад*** Очамчири Сухуми Гудаута Пицунда Сочи
<i>Ch. Psetti</i>	<i>Raja clavata</i> <i>Scophthalmus maximus</i>	0/3 0/2 0/1 0/6 1/1 1/2 1/1 0/2 0/1 0/1 0/1 0/1 1/4 0/2 0/1	ЮБК Тарханкут Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Хоста Тамань ЮБК Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Хоста Сочи
<i>Sphaeromyxa sabralesi</i>	<i>Syngnathus tenuirostris</i>	1/1	Тамань
<i>Myxobilatus platessae</i>	<i>Platichthys flesus luscus</i>	2/7 1/5 1/7 0/4 1/19 12/45 2/4 1/5 1/5 0/7	Керченский пролив ЮБК Тарханкут Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Сухуми Хоста Сочи
<i>Myxidium gadi</i>	<i>Platichthys flesus luscus</i> <i>Merlangius merlangus</i> <i>euxinus</i>	4/7 1/5 1/7 0/4 1/19 9/45 0/4 0/5 0/5 2/7 3/9 14/28 5/15 3/5 14/26 37/85 2/9 5/9 1/10 3/5 0/5	Керченский пролив ЮБК Тарханкут Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Сухуми Хоста Сочи Керченский пролив ЮБК Тарханкут Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Гудаута Пицунда Хоста Сочи

Продолжение таблицы 2			
<i>M. cochleatum</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>	1/2 1/1 0/1 1/1 1/1 2/4 1/2 0/1	Тамань ЮБК Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Хоста Сочи
<i>Ceratomyxa merlangi</i>	<i>Merlangius merlangus</i> <i>euxinus</i>	3/9 1/9 4/15 0/5 9/26 7/85 1/9 4/9 0/10 2/5 1/5	Керченский пролив ЮБК Тарханкут Донузлав северо-восток северо-запад Очамчири Гудаута Пицунда Хоста Сочи
<i>Ceratomyxa</i> sp.	<i>Scophthalmus maximus</i>	0/2 0/1 0/1 0/1 1/1 0/2 0/1	Тамань ЮБК Донузлав северо-запад северо-восток Очамчири Хоста Сочи

Примечания: * – Южный берег Крыма, ** – северо-восточная часть моря у юго-восточных берегов Крыма, *** – северо-западная часть моря.

Керченский пролив – регион с нестабильной и пониженной солёностью воды (10–14‰ до глубины 50 м), верхние слои которого представлены водами Азовского моря. По нашим данным фауна микроспориций Керченского пролива самая бедная, прежде всего, из-за отсутствия многих видов рыб-хозяев, встреченных в других регионах моря. Наиболее богат видовой состав миксоспориций и их хозяев у берегов Кавказа, с резким падением глубин и узкой континентальной ступенью.

У берегов Крыма, характеризующегося также довольно сильным свалом глубин, хотя и не таким резким, как на Кавказе, и в северо-западной части моря, где траления велись также на довольно больших глубинах, наблюдались средние значения видового богатства рыб и их миксоспориций.

Северо-западная часть моря считается относительно мелководной. 75% её площади занимают глубины менее 50 м, а годовой объём речного стока вместе с осадками составляет около 1/3 общего объёма вод, определяя эту часть моря как эстуарно-шельфовый бассейн. Однако наши исследования проводились в глубоководной части северо-западного региона с солёностью воды около 16‰, что позволило получить данные, сравнимые с другими акваториями Чёрного моря.

Во всех районах встречены 3 вида миксоспориций: *Myxobolus platessae* и *Myxidium gadi* от глоссы *Platichthys flesus luscus*, *M. gadi* и *Ceratomyxa merlangi* от черноморского мерланга *Merlangius merlangus euxinus*. В трёх регионах, исключая Керченский пролив, обнаружены *Myxidium cochleatum* от черноморского калкана *Scophthalmus maximus* и *Chloromyxum ovatum* от катрана *Squalus acanthias*. У Кавказа и в северо-западной части моря зарегистрирован *Chloromyxum psetti* от ската-лисы *Raja clavata*. Только у берегов Кавказа были обнаружены *Chloromyxum schulmani* от морского кота *Dasyatis pastinaca*, *Sphaeromyxa sabralesi* от тонкорылой рыбы-иглы *Syngnathus tenuirostris*, *Ceratomyxa* sp. от калкана.

Показатели экстенсивности инвазии (ЭИ) были следующими: для *Ch. schulmani* – 10%, *Ch. psetti* – 31%, *Ceratomyxa* sp. – 24% (у Кавказа). Встречаемость *M. gadi* в мерланге была примерно на одном уровне, немного увеличиваясь при продвижении с востока на запад, и составляла 35% у Кавказа, 30% – в Керченском проливе, 48% – у берегов Крыма и 44% – в северо-западной части моря. Заражённость *C. merlangi* в том же хозяине колебалась от 25% у крымских берегов до 30% и 35% в Керченском проливе и у Кавказа соответственно. Наименьшее значение экстенсивности инвазии мерланга *C. merlangi* наблюдалось в северо-западной части моря – 8%, что в 3 раза

меньше, чем у берегов Крыма и почти в 4,5 раза ниже, чем на северо-западе. Встречаемость *M. platessae* в глоссе у Кавказа и в северо-западной части моря была практически одинаковой – 26% и 27% соответственно, в Керченском проливе она также составляла примерно такую же долю (2 из 7 рыб оказались заражёнными *M. platessae*). У крымских берегов экстенсивность инвазии глоссы данным видом паразита составила лишь 4%. *M. gadi* встречался в глоссе чаще всего на северо-западе (ЭИ – 20%), а в Керченском проливе 4 из 7 рыб были заражены этим паразитом. У Кавказа и Крыма значения ЭИ глоссы *M. gadi* составило 6% и 7% соответственно.

У берегов Кавказа свободными от миксоспоридий оказались морской петух, хамса, шпрот, пузанок, черноморская сельдь, ставрида, смарида, барабуля, атерина бойери, морской налим, морской ерш, звездочет, морской дракон, морской язык, светлый горбыль, пятнистая морская собачка, черный бычок, кругляк и мартовик. В Керченском проливе миксоспоридии не были обнаружены в кругляке и шпроте; у берегов Крыма – в черноморской сельди, шпроте, луфаре, кругляке, морском драконе; в северо-западной части моря – в шпроте.

В.М. Юрахно

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ПОШИРЕННЯ МІКСОСПОРИДІЙ В ЧОРНОМОРСЬКИХ РИБАХ ЗГІДНО ДАНИХ ДВОХ РЕЙСІВ У 1988 РОЦІ

Вперше вивчено поширення міксоспоридій в водах Чорного моря на шельфі України, Росії і Грузії та здійснено порівняння зараження риб міксоспоридіями в різних районах моря, що відрізняються гідрологічним і гідрохімічним режимами.

Ключові слова: міксоспоридії, риби, Чорне море

V.M. Yurakhno

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

PREVALENCE OF MYXOSPOREANS IN THE BLACK SEA FISHES BY RESULTS OF TWO VOYAGES OF 1988 YEAR

For the first time prevalence of the Black Sea myxosporeans in open waters on a shelf of the former USSR is studied and comparison of infestation of fishes by myxosporeans in areas of the sea with different hydrological and hydrochemical mode is executed.

Key words: myxosporeans, fishess, Black sea

ЗМІСТ

B.G. ALEKSANDROV	
MODERN TENDENCIES OF THE BLACK SEA BIOLOGICAL POLLUTION.....	3
С.В. АЛЁМОВ	
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА	
БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ	6
Т.И. АНДРЕЕНКО	
НАПРАВЛЕННОСТЬ АДАПТИВНОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ	
БЕЛКОВОГО МЕТАБОЛИЗМА В ТКАНЕВЫХ СТРУКТУРАХ МОЛЛЮСКА-	
ВСЕЛЕНЦА <i>ANADARA INAEQUIVALVIS</i> В УСЛОВИЯХ	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНОКСИИ И ГОЛОДАНИЯ	10
О.Г. АНТОНОВСЬКИЙ, В.О. ДЕМЧЕНКО, І.С. МИТЯЙ, П.Г. ШЕВЧЕНКО	
МОЛОЧНИЙ ЛИМАН: РЕТРОСПЕКТИВА ТА ПЕРСПЕКТИВА	
ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ	13
Ю.И. БОГАТОВА	
ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И	
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛИМАНА БУРНАС (СЕВЕРНОЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ)....	17
В.М. БОЛЬШАКОВ	
ПІДВОДНА ОСВІТЛЕНІСТЬ БІЛЯ БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУД ОДЕСИ	20
О.С. БОНДАРЕНКО	
ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ТАКСОЦЕНУ ПОЛІХЕТ ОДЕСЬКОГО	
МОРСЬКОГО РЕГІОНУ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД.....	22
А.В. БОРОДИНА, А.А. СОЛДАТОВ	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА КАРОТИНОИДОВ	
В ТКАНЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ МОРФ <i>MYTILUS</i>	
<i>GALLOPROVINCIALIS</i> LAM.	25
О.К. БУДНЯК, А.В. СОРОКИН, З.Є. ЗАХАРІЄВА, С.А. ПЕТРОВ	
СЕЗОННІ ЗМІНИ ВМІСТУ ФЛАВІНІВ ТА АКТИВНОСТІ	
СУКЦІНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ В ОРГАНАХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ	
<i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	28
Л.І. БУЛЛІ	
МОРФОЛОГІЧНА ТА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІКРИ	
ПЕЛЕНГАСА АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ	31
Н. В. БУРДИЯН	
СУЛЬФАТРЕДУЦІРУЮЩАЯ МИКРОФЛОРА ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ	
РЕГИОНА СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	34
А.Ю. ВАРИГИН	
АЛЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА	
<i>ABRA OVATA</i> (PHILIPPI, 1836) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ	
ЧЕРНОГО МОРЯ	38
Т.В. ВИТЕР	
БЕНТОСНЫЕ СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ	
СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАВАНИ (СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БУХТА,	
ЧЁРНОЕ МОРЕ)	40
С.С. ГАРКАВИЙ, П.Д. ПАПАПРЕПОНІС	
ОЦІНКА ВПЛИВУ МЕТИЛ ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЕФІРУ НА ІНДИКАТОРНІ	
МІКРООРГАНІЗМИ МОРСЬКОЇ ВОДИ	44
О.П. ГАРКУША	
МІКРОФІТООБРОСТАННЯ ЖИВОГО І МЕРТВОГО РОСЛИННОГО	
СУБСТРАТУ НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ (ЧОРНЕ МОРЕ)	47

Є.Д. ГОПЧЕНКО, О.М. ГРИБ ОПТИМІЗАЦІЯ РІВНІВ І СОЛОНОСТІ ВОДИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ЙОГО БАСЕЙНІ.....	50
Є.Д. ГОПЧЕНКО, Ж.Р. ШАКІРЗАНОВА МЕТОДИКА ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ НАДХОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДО ЗАКРИТИХ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я У ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД РОКУ	53
О.Л. ГОСТЮХИНА, И.В. ГОЛОВИНА, В.Е. ГИРАГОСОВ, А.Н. ХАНАЙЧЕНКО ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ТКАНЕЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАН.....	56
Е.С. ГУБАРЕВА, Л.С. СВЕТИЧНЫЙ СОЛЕНОСТНАЯ И ТЕМПЕРАТУРНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ МОРСКИХ КОПЕПОД <i>ACARTIA CLAUSI</i> И <i>ACARTIA TONSA</i> В ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД	59
И.Н. ГУДВИЛОВИЧ, А.Б. БОРОВКОВ, Р.П. ТРЕНКЕНШУ	62
ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУРЫ <i>DUNALIELLA SALINA</i> НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ.....	62
А.Ю. ГУКОВ РЕНАТУРАЛИЗАЦИЯ БУХТЫ ТИКСИ В МОРЕ ЛАПТЕВЫХ ПОСЛЕ ОЧИСТКИ ДНА ОТ ЗАТОНУВШЕЙ ДРЕВЕСИНЫ.....	66
Л.Б. ДАЛЁКАЯ ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОБРАСТАНИЯ НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ В СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЕ.....	69
О.І. ДАЦЕНКО, В.Р. БОЙКО, О.О. ГРИГОР'ЄВА, М.А. БЕРЕЗОВСЬКА, В.О. ЗУЄВ ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДОРОСТЕЙ ЗА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМИ СПЕКТРАМИ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ.....	72
Н.В. ДЕРЕЗЮК ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ФІТОПЛАНКТОНУ В ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ О. ЗМІЇНИЙ (2003-2009 рр.)	75
В.Г. ДЯДИЧКО ДО ВИВЧЕННЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ ПОРОВИХ ВОД ПІЩАНИХ ПЛЯЖІВ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ	78
С.С. ДЯТЛОВ, В.В. НІКУЛІН, А.Г. ПЕТРОСЯН, О.В. КОШЕЛЕВ, Ю.І. БОГАТОВА, О.М. РУСНАК, В.Д. УРДЯ, Н.Ф. ПОДПЛЕТНАЯ, Л.Ю. СЕКУНДЯК РЕЗУЛЬТАТИ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ СУДОВОГО ХОДУ ДУНАЙ-ЧОРНЕ МОРЕ У 2008 р.	82
В.Є. СРОХІН, А.П. ГОРДІСНКО ВИКОРИСТАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНОГО І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МІКРОВОДОРОСТЕЙ.....	85
М.Е. ЖМУД, М.А. БЕРЛІНСЬКИЙ СУДНОВИЙ ХІД ЧОРНЕ МОРЕ – САСИК – ДУНАЙ: ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН	88
Е.А. ЖУКОВСКАЯ, О.П. КОДОЛОВА СРАВНЕНИЕ МИДИЙ <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> ИЗ РАЗНЫХ БИОТОПОВ ЧЁРНОГО МОРЯ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ.....	91
Ю.П. ЗАЙЦЕВ КРАЙОВИЙ ЕФЕКТ У МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ.....	94
В.В. ЗАМОРОВ, С.Ю. ЧЕРНІКОВА, М.П. ЗАМОРОВА АНАЛІЗ СІТКОВИХ УЛОВІВ РИБИ В ОДЕСЬКІЙ ЗАТОЦІ.....	97
А.Б. ЗОТОВ ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ АЗОТУ ДО ФОСФОРУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ М. ОДЕСИ НА МІЖРІЧНУ МІНЛИВІСТЬ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ УГРУПОВАНЬ ФІТОПЛАНКТОНУ	100

Г.В. ІВАНОВИЧ	
ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СЕЗОННУ ДИНАМІКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАПАСІВ МІДІЙ.....	104
И.И. КАЗАНКОВА	
ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЁННОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> У БЕРЕГОВ КРЫМА	107
О.В. КАТУНІНА, І.В. МІТЮКОВА	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ АСПАР У ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ СЕВАСТОПОЛЬСЬКОЇ БУХТИ Й АТМОСФЕРНИХ ОПАДАХ М. СЕВАСТОПОЛЯ	111
Н.В. КОВАЛЬОВА, В.І. МЕДІНЕЦЬ, О.П. КОНАРЕВА, С.М. СНІГІРЬОВ, С.В. МЕДІНЕЦЬ, І.Є. СОЛТИС	
ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ДОСЛІДНИЦЬКИЙ МОНИТОРИНГ БАСЕЙНУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА	113
Н.П. КОВРИГИНА, О.А. ТРОЩЕНКО, В.И. ГУБАНОВ, А.А. СУББОТИН, Н.В. ПОСПЕЛОВА	
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (2009 г.).....	116
Н.И. КОПЫТИНА, И.В. ТАРАСЮК	
МИКОБИОТА ПЕСЧАНОЙ СУПРАЛИТОРАЛИ ПЛЯЖЕЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА	119
А.Р. КОСЬЯН	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ <i>RAPANA VENOSA</i> В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ	122
О.В. КОШЕЛЕВ	
ДЕЯКІ РЕПРОДУКТИВНІ РЕАКЦІЇ ГАЛОФІЛЬНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТИМЧАСОВИХ ВОДОЙМ В УМОВАХ МІНЛИВОЇ СОЛОНОСТІ	127
О.В. КУРІЛОВ	
ЦИПАТОПСАМОН СУПРАЛИТОРАЛИ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЛЯЖІВ.....	130
Е.А. КУФТАРКОВА, С.В. ЩУРОВ, Н.Ю. РОДИОНОВА	
РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА (БУХТА ЛАСПИ).....	133
Л.В. ЛАДЫГИНА	
ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДИАТОМОВОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ <i>SCELETONEMA COSTATUM</i> CLEVE – КОРМА ДЛЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ.....	137
Е.В. ЛИСИЦКАЯ, В.А. ГРИНЦОВ, В.В. МУРИНА	
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НЕЙСТОНА ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КАРАДАГА (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	140
Н.С. ЛОБОДА, Ю.С. ТУЧКОВЕНКО	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІН РІЧКОВОГО СТОКУ ЗА КЛІМАТИЧНИМИ СЦЕНАРІЯМИ НА ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ.....	143
А.М. ЛЯХ, Е.Л. НЕВРОВА	
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОХАРАКТЕРИСТИК БЕНТОСНЫХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПО АКВАТОРИЯМ БУХТ ЛАСПИ И СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)	146
М.В. МАКАРОВ, Л.В. БОНДАРЕНКО, В.Г. КОПИЙ, Н.Г. ЗИНЬКОВСКАЯ	
МАКРОЗООБЕНТОС ЕСТЕСТВЕННЫХ ТВЁРДЫХ СУБСТРАТОВ БУХТЫ КАРАНТИННАЯ (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	149

Г.В. МАРИНЕЦЬ ОСОБЛИВОСТІ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ФІТООБРАСТАННЯ АВАНДЕЛЬТИ ДУНАЮ ТА ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ	153
О.В. МАШУКОВА СЕЗОННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ГРЕБНЕВИКА-ВСЕЛЕНЦА <i>VEROE OVATA</i> MAYER 1912 (STENOPHORA: <i>VEROIDA</i>)	156
В.І. МЕДІНЕЦЬ, Н.В. КОВАЛЬОВА, С.М. СНИГІРЬОВ, І.І. ГРУЗОВА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД В РАЙОНІ ОСТРОВА ЗМІНИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСУ <i>TRIX</i>	159
Е.Б. МЕЛЬНИКОВА, В.А. БОНДАРЕВ, Ю.Л. МУРЗИН, Ю.В. НОВОСЕЛОВА РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ КЛЮЧ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОЙ ХАМСЫ.....	162
Д.В. МІКУЛИЧ, Л.І. БОЙКО, Г.В. ІВАНОВИЧ, В.І. ЛИСОВСЬКА ВУГЛЕВОДНИЙ СКЛАД ЧОРНОМОРСЬКИХ ВОДОРОСТЕЙ	167
Н.Ю. МІРЗОЄВА РОЗПОДІЛ І МІГРАЦІЯ ^{90}Sr У ВОДЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ БАСЕЙНУ ДНІПРА І ЧОРНОГО МОРЯ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС	170
О.А. МИРОНОВ ЛИПИДНО-УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ <i>CYSTOSEIRA</i> SP. И <i>RISSOA</i> SP. В ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ).....	173
Н.А. МИЛЬЧАКОВА, Н.В. МИРОНОВА, В.Г. РЯБОГИНА СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ МАКРОФИТОБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ) ..	176
Г.Г. МІНІЧЕВА, В.М.БОЛЬШАКОВ, А.Б. ЗОТОВ, Ю.С. ТУЧКОВЕНКО, М.М. КОСЕНКО, Г.В. МАРИНЕЦЬ, Г.В. ШВЕЦЬ, К.С. ХОМОВА, О.М. РУСНАК, Д.В. МІКУЛИЧ, Л.І. БОЙКО РЕАКЦІЇ, ПРОГНОЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОСТІ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНСЬКОГО ШЕЛЬФУ В УМОВАХ ЛОКАЛЬНОГО, РЕГІОНАЛЬНОГО ТА ГЛОБАЛЬНОГО ВПЛИВУ	179
І.П. МУРАВЬЄВА, Т.О. МИРОНОВА, Л.В. ЕНИНА МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИПИДНО-УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА И НЕКОТОРЫХ МИКРОБИЛГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОПЕРИФИТОНА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ) СООРУЖЕНИЙ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)	182
Д.А. НЕСТЕРОВА ВОДОРΟΣЛИ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ ВОД ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА	186
С.Е. НИКОНОВА ЦИСТЫ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОДЕССКОГО И ТЕНДРОВСКОГО РЕГИОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ	190
Н.В. НОВИЦКАЯ, А.А. СОЛДАТОВ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРИТРОИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕМОЛИМФЫ <i>ANADARA INAEQUIVALVIS</i> В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНОКСИИ	192
Т.С. ОСАДЧА, С.В. АЛЬОМОВ, О.Г. МИРОНОВ, В.Б. УШІВЦЕВ, Н.Б. ВОДОВСЬКИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ ТЕХНІКО-БІОЛОГІЧНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ РАЙОНІВ ЧОРНОГО ТА КАСПІЙСЬКОГО МОРІВ	195
А.В. ПАРХОМЕНКО, О.В. КРИВЕНКО МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ЧЁРНОМ МОРЕ ЗА ПЕРИОД 1948–2001 гг.	198

А.В. ПИРКОВА РАКОВИННАЯ БОЛЕЗНЬ УСТРИЦЫ <i>OSTREA EDULIS</i> LINNE, 1758 (BIVALVIA) ИЗ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	201
М.А. ПОПОВ, Н.П. КОВРИГИНА, В.К. МАЧКЕВСКИЙ, В.Л. ЛОЗОВСКИЙ, А.Ф. КОЗИНЦЕВ ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МИДИЮ <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> LAM. И ЕЕ ЭНДОСИМБИОНТЫ В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ.....	2055
Л.А. ПОПОВА ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНОЗА ИНФУЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ В БУХТЕ СТРЕЛЕЦКОЙ И НЕФТЕГАВАНИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	2099
Н.К. РЕВКОВ, А.Н. БОБКОВА, Е.Л. НЕВРОВА, Ю.П. КОПЫТОВ ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС РЫХЛЫХ ГРУНТОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ).....	21212
С.И. РУБЦОВА РАЗРАБОТКА НОВОГО ПОДХОДА К ИНТЕГРИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ	21616
О.М. РУСНАК ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ РІЗНИХ ЗОН ЧОРНОГО МОРЯ	22020
С.Е. САДОГУРСКИЙ ВИДОВОЙ СОСТАВ МАКРОФИТОБЕНТОСА РЕГИОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА “БАКАЛЬСКАЯ КОСА” (КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)	2233
М.И. СЕНИЧЕВА НЕОБЫЧНОЕ “ЦВЕТЕНИЕ” В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ г. СЕВАСТОПОЛЯ.....	2277
И.М. СЕРИКОВА, Ю.В. БРЯНЦЕВА, Ю.Н. ТОКАРЕВ, В.Ф. ЖУК, В.М. ВАСИЛЕНКО, Е.Ю. ГЕОРГИЕВА, М.И. СИЛАКОВ ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И БИОМАССЫ СВЕЯЩИХСЯ ДИНОФЛАГЕЛЯТ У СЕВАСТОПОЛЯ (2008-2009 гг).	23030
Е.Н. СИБИРЦОВА ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФАУНЫ ЗВУКОРАССЕИВАЮЩИХ СЛОЁВ В ЧЁРНОМ МОРЕ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД..	2344
Н.А. СИТНИК ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БЮДЖЕТ І ДОБОВІ РАЦІОНИ ПЛОСКОЇ УСТРИЦІ (<i>OSTREA EDULIS</i> L.).....	2388
І.О. СИНЬОГУБ ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСУ АКВАТОРІЙ ОДЕСЬКОГО ПОРТУ ТА ПОРТУ ПІВДЕННИЙ.....	24141
І.О. СКРИПНИК, О.В. КИРСАНОВА МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В КУЛЬТУРІ.....	2444
Л.Л. СМІРНОВА МІКРОБІОТА МОРСЬКИХ ДОННИХ НАШАРУВАНЬ ЯК ІНДИКАТОР ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ ЗАЛИШКАМИ ХІМІЧНИХ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН	2477
С.М. СНІГІРЬОВ, В.І. МЕДІНЕЦЬ, О.М. АБАКУМОВ РІЗНОМАНІТНІСТЬ ІХТІОФАУНИ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ОСТРОВА ЗМІНИЙ У 2004-2009 РР.	25050

А.А. СНИГИРЕВА, Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ ВЛИЯНИЕ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МИКРОФЛОРУ ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ).....	2533
Є.В. СОКОЛОВ ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАКРИТОГО ТИПУ НА ПРИКЛАДІ ДОФІНІВСЬКОГО ЛИМАНУ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧЕРНОМОР'Я).....	2566
А.А. СОЛДАТОВ КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ МОРСКИХ РЫБ И ПРИНЦИПЫ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ.....	2599
О.В. СОЛОВЬЁВА ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ <i>MITILUS</i> <i>GALLOPROVINCIALIS</i> LAM. И <i>MYTILASTER LINEATUS</i> GMEL. НА КАМЕННОЙ НАБРОСКЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ	2633
С.В. СТАДНІЧЕНКО, Н.М. ШУРОВА ПОРІВНЯННЯ ДВОХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОСТУ ТА ПРОДУКЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ	2655
Л.В. СТЕЛЬМАХ СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА ФИТОПЛАНКТОНА И ЕГО ПОТРЕБЛЕНИЯ МИКРОЗООПЛАНКТОНОМ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЧЕРНОГО МОРЯ	2688
О.А. СТЕПАНОВА ВИРУСЫ В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ (РЕЗУЛЬТАТЫ 1994 – 2010 гг.)	27272
Г.В. ТЕРЕНЬКО, М.А. ГРАНДОВА СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА УКРАИНСКОГО СЕКТОРА АЗОВСКОГО МОРЯ В ДЕКАБРЕ 2009 г.	2755
Л. М. ТЕРЕНЬКО БЕНТОСНЫЕ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТЫ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ ...	277
Е.А. ТИХОНОВА ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ МОЛЛЮСКАМИ <i>ABRA SEGMENTUM</i> В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	28080
Ю.Н. ТОКАРЕВ, В.Н. ЕРЕМЕЕВ, Г.Е. ШУЛЬМАН БИОРАЗНООБРАЗИЕ И БИОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧЕРНОМОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ	28282
О.А. ТРОЩЕНКО, В.А. ГРИНЦОВ, В.И. ГУБАНОВ, И.К. ЕВСТИГНЕЕВА, Н.К. РЕВКОВ, А.А.СУББОТИН, И.Н. ТАНКОВСКАЯ КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНА МЫСА ПЛАКА (КРЫМ).....	289
Г.А. ФИНЕНКО, Н.А. ДАЦЫК, З.А. РОМАНОВА, Г. И. АБОЛМАСОВА ВРЕМЯ ПЕРЕВАРИВАНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПИТАНИЯ ЛОПАСТНОГО ГРЕБНЕВИКА <i>MNEMIOPSIS LEIDYI</i> В ОНТОГЕНЕЗЕ	2933
Н.Л. ФІНОГЕНОВА ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ МАС-РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА <i>ANADARA INAEQUIVALVIS</i> ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРИВ	2966
К.С. ХОМОВА ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ДИНАМІКИ АЛЬГОСИСТЕМИ “БАЗИФІТ- ЕПІФІТ” НА ОДЕСЬКОМУ УЗБЕРЕЖЖІ	2999
С.А. ХУТОРНОЙ РАЗМНОЖЕНИЕ ЧЕТЫРЕХ МАССОВЫХ ВИДОВ БЫЧКОВ В АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ БИОТОПАХ У БЕРЕГОВ ОДЕССЫ	302

В.Д. ЧМЫР, М.И. СЕНИЧЕВА	
ОТНОШЕНИЕ УГЛЕРОД/ХЛОРОФИЛЛ <i>a</i> КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОЗРАСТА	
ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПЛАНКТОНА.....	305
О.А. ШАХМАТОВА, Н.А. МИЛЬЧАКОВА	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ЧЕРНОМОРСКИХ	
МАКРОФИТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИЩЕНИЯ	
ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ЦЕНОЗОМ ОБРАСТАНИЯ	310
Т.И. ШИРОКОЛОВА	
ФИЛЬТРУЮЩИЕСЯ КЛЕТКИ В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ	
БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ.....	3133
Г.М. ШИХАЛЄСВА, А.А. ЕННАН, В.П. ГЕРАСИМ'ЮК, О.Д. ЧУРСІНА,	
С.К. БАБІНЕЦЬ, Г.М. КІРЮШКІНА	
БІОІНДИКАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ МАКРОВОДОРОСТЯМИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО	
ЛИМАНУ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я).....	3177
Н.М. ШУРОВА	
ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СТРУКТУРНО-	
ФУНКЦІОНАЛЬНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ПОПУЛЯЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКОЇ МІДІЇ...	32020
С.А. ЩЕРБАНЬ	
ТКАНЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛКОВОГО СИНТЕЗА У ДВУСТВОРЧАТОГО	
МОЛЛЮСКА ANADARIA INAEQUIVALVIS (BRUGUIERE) В УСЛОВИЯХ	
НОРМЫ И ПРИ ДЕФИЦИТЕ ПИЩИ.....	3233
В.М. ЮРАХНО	
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ МИКСОСПОРИДИЙ В ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБАХ ПО	
РЕЗУЛЬТАТАМ ДВУХ РЕЙСОВ 1988 г.....	327



Здано до складання 21.06.2010. Підписано до друку 20.07.2010. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 23,9. Обліково-видавничих аркушів — 27,5. Замовлення № 24.
Наклад 300 прим. Видавничий відділ ТНПУ 46027, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009